

Saneamiento y depuración en Saiar, Caldas de Reis, Pontevedra  
Network of sanitary sewage and wastewater treatment in Saiar, Caldas de Reis, Pontevedra



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

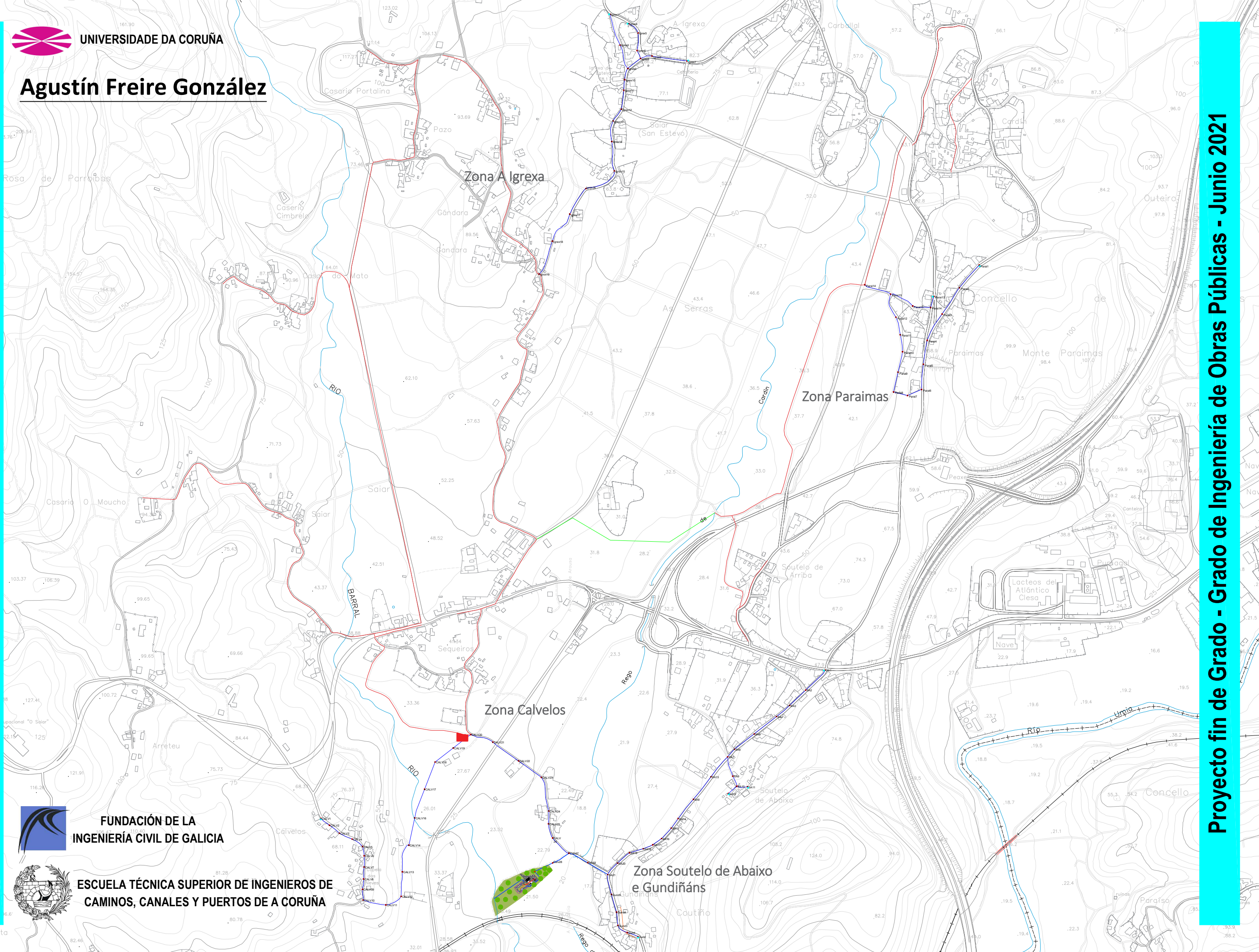
Agustín Freire González



FUNDACIÓN DE LA  
INGENIERÍA CIVIL DE GALICIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE  
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DE A CORUÑA



Proyecto fin de Grado - Grado de Ingeniería de Obras Públicas - Junio 2021

## **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA

- 1.- Situación actual y objeto del proyecto
- 2.- Cartografía y replanteo
- 3.- Geológico y geotécnico
- 4.- Dotación y caudales
- 5.- Estudio de alternativas
- 6.- Cálculo de la red
- 7.- Dimensionamiento de la EDAR.
- 8.- Planeamiento urbanístico
- 9.- Firmes
- 10.- Movimiento de tierras
- 11.- Edificio de la EDAR
- 12.- Expropiaciones
- 13.- Suministro de servicios
- 14.- Gestión de residuos
- 15.- Impacto ambiental
- 16.- Seguridad y salud
- 17.- Clasificación del contratista
- 18.- Justificación de precios
- 19.- Plan de obra
- 20.- Revisión de precios
- 21.- Presupuesto para conocimiento de la administración

## **DOCUMENTO Nº2: PLANOS**

- 1.- Ubicación
- 2.- Situación actual
- 3.- Red de colectores. Trazado en planta.
- 4.- Red de colectores. Replanteo.
- 5.- Red de colectores. Perfiles longitudinales.
- 6.- Red de colectores. Detalles.
- 7.- EDAR.
- 8.- Explanada

## **DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

Capítulo 1: Disposiciones preliminares

Capítulo 2: Descripción de las obras

Capítulo 3: Características de los materiales (obra civil)

Capítulo 4: Descripción, medición y abono de las unidades de obra

Capítulo 5: Equipos mecánicos

Capítulo 6: Disposiciones generales

## **DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO**

- 1.- Mediciones auxiliares
- 2.- Mediciones
- 3.- Cuadro de precios nº1
- 4.- Cuadro de precios nº2
- 5.- Presupuesto
- 6.- Resumen del presupuesto





## DOCUMENTO Nº1: MEMORIA



# MEMORIA DESCRIPTIVA





## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	ANTECEDENTES Y OBJETO .....	3
3.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE PROYECTO .....	3
4.	CAUDALES Y CARGAS CONTAMINANTES .....	4
5.	TRATAMIENTO .....	5
6.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....	6
6.1.	RED DE SANEAMIENTO .....	6
6.2.	ESTACIÓN DEPURADORA .....	6
6.2.1.	UBICACIÓN .....	6
6.2.2.	EXPLANACIONES .....	6
6.2.3.	SISTEMA DE TRATAMIENTO .....	6
6.2.4.	EDIFICIO DE SERVICIO .....	8
6.2.5.	URBANIZACIÓN DE LA EDAR .....	8
7.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	9
8.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	9
9.	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS .....	9
10.	PLAN DE OBRA .....	9
11.	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y PLAZO DE GARANTÍA .....	9
12.	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....	10
13.	FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS .....	10
14.	EXPROPIACIONES .....	10
15.	PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN .....	10
16.	DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA O FRACCIONADA .....	11
17.	REQUERIMIENTO DE INFORME DE SUPERVISIÓN SEGÚN ARTÍCULO 125 RDL 3/2011 .....	11
18.	RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE INTEGRAN ESTE PROYECTO .....	11



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente conjunto de documentos se presenta como Proyecto Fin de Carrera para la obtención del título de Grado en Ingeniería de Obras Públicas en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de A Coruña.

Debido al carácter académico del mismo algunos de los datos empleados en la elaboración del proyecto no tienen por qué coincidir con la realidad, habiendo sido estos estimados empleando valores dentro de parámetros lógicos a tales fines, debido a la falta de recursos para poder llevar a cabo los estudios necesarios para la correcta definición de un proyecto constructivo real.

## 2. ANTECEDENTES Y OBJETO

El proyecto “Saneamiento y depuración en Saiar, Caldas de Reis” surge a partir de la necesidad de una estrategia de saneamiento para algunas de las aldeas de la parroquia de Saiar, las cuales han sido excluidas de las obras de saneamiento anteriores llevadas a cabo en la zona.

En la parroquia de Saiar, ya existe una parte que se encuentra saneada, concretamente los núcleos de O Pazo, Casal do Mato, Saiar, Sequeiros, O Carballal, Cardín y Soutelo de Arriba, por lo que solo será necesario actuar en los núcleos de A Igrexa, A Gándara, Calvelos, Paraimas, Soutelo, Gundiñáns.

Existe además una pequeña estación de tratamiento de aguas residuales situada entre los lugares desde Calvelos, Sequeiros y Saiar, como puede verse en la siguiente imagen. Esta EDAR existente vierte sus aguas tratadas al Rego Barral.



Ilustración 1.- Ubicación de la EDAR actual

Para enviar las aguas residuales a la depuradora existente fue necesario crear un bombeo entre los núcleos de Soutelo de Arriba y Sequeiros, cuyo trazado puede verse en la imagen 2 del presente documento.

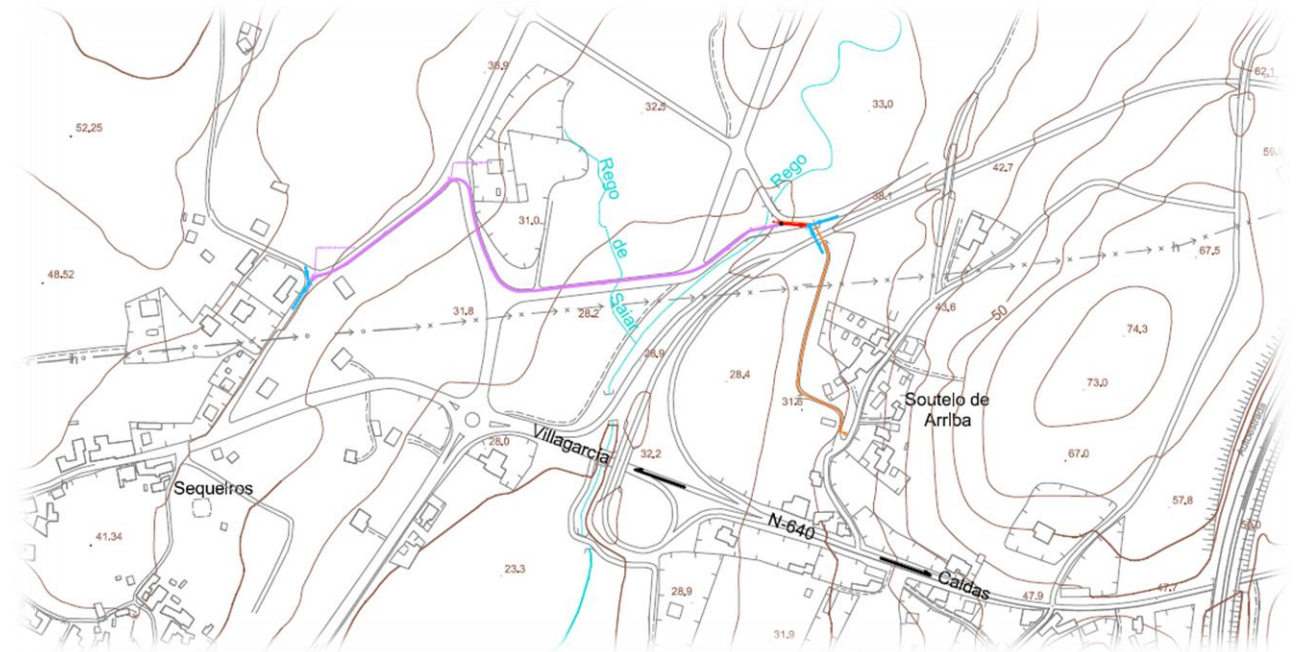


Ilustración 2.- Bombeo existente

El objeto del presente proyecto es llevar a cabo un saneamiento integral de todas las aldeas de la parroquia de Saiar, preferentemente por gravedad, y reunir la totalidad de las aguas residuales en una única depuradora, de forma que se minimicen los costes de construcción y mantenimiento.

La red es separativa, por lo tanto, la red que se proyecta será solo para aguas residuales domésticas, ya que las aldeas disponen ya de sus elementos para el drenaje de aguas pluviales, que no son objeto de este estudio.

## 3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE PROYECTO

Como se recoge en el apartado dos de este mismo documento, la red de aguas residuales que será necesario proyectar estará situada en los núcleos de A Igrexa, A Gándara, Calvelos, Paraimas, Soutelo, Gundiñáns, que son las que a día de hoy no disponen de un sistema de saneamiento.

No obstante la nueva EDAR se proyectará para la totalidad de los núcleos de la parroquia de Saiar.

Según datos del INE, la población de las aldeas objeto de este proyecto, con datos del año 2019 son las siguientes:





Tabla 1.- Poblaciones (según www.ine.es)

Nombre	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CALVELOS	50	48	47	47	46	45	48	48	46	45
CARBALLAL	56	56	54	53	58	57	58	57	56	56
CARDÍN	97	86	88	89	92	92	93	93	94	93
CASALDOMATO	43	39	38	35	36	35	35	38	37	32
GÁNDARA	100	98	96	96	95	95	85	82	85	85
GUNDIÑANES	45	44	40	39	37	32	31	29	31	29
IGLESIA	68	68	68	64	61	61	61	58	58	56
PARAIMAS	41	44	44	48	46	44	45	45	45	45
PAZO	95	97	97	94	101	101	110	103	97	95
SAYAR	34	28	25	24	24	21	21	21	24	25
SEQUEIROS	136	136	131	129	133	134	129	119	111	114
SOUTELO DE ABAJO	56	56	60	63	64	63	57	56	55	52
SOUTELO DE ARRIBA	60	60	58	61	60	61	60	58	57	56
TOTAL	881	860	846	842	853	841	833	807	796	783

Para el cálculo de la población estacional, debido a que es una zona con bajo turismo y ausencia de hoteles y casas rurales, se tomará como población estacional un 5% de la población total.

Tabla 2.- Población estacional

Nombre	2019	5%
CALVELOS	45	47,25
CARBALLAL	56	58,8
CARDÍN	93	97,65
CASALDOMATO	32	33,6
GÁNDARA	85	89,25
GUNDIÑANES	29	30,45
IGLESIA	56	58,8
PARAIMAS	45	47,25
PAZO	95	99,75
SAYAR	25	26,25
SEQUEIROS	114	119,7
SOUTELO DE ABAJO	52	54,6
SOUTELO DE ARRIBA	56	58,8
TOTAL	783	823

Por lo tanto, la población de cálculo es **823 hab.**

## 4. CAUDALES Y CARGAS CONTAMINANTES

Debido a que no existe a penas, ninguna actividad industrial o comercial en la zona, se tomará como valor de **dotación máxima 180 L/hab·día**, correspondiente a una población abastecida de menos de 2000 habitantes y una actividad industrial comercial baja.

El cálculo de los caudales se realiza usando la misma metodología que para el cálculo de los caudales de abastecimiento (ITOHG-ABA-1/1) pero teniendo en cuenta las particularidades que son presentadas a continuación:

En el cálculo de los caudales punta urbanos se utiliza la siguiente fórmula para el coeficiente punta horario. Varía el factor inicial respecto a la fórmula utilizada en el consumo; se utiliza 1,6 en lugar de 1,8 para tener en cuenta el efecto de laminación de puntas que se produce en la red de saneamiento:

$$cp_{h,urb} = 1,6 * \left( 1 + \left( \frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right)$$

Siendo:

$QD_{m,urb}$ : caudal diario medio anual de agua residual de origen urbano

$cp_{h,urb}$ : coeficiente punta de variación horaria del caudal de agua urbana a lo largo del día

Se considera un coeficiente de retorno de 0,8; es decir, de toda el agua suministrada para el abastecimiento un 80% se convertirá en agua residual.

Para el cálculo de las infiltraciones se utilizará la expresión:

$$QD_{m,inf} = K * (QD_{m,urb} * cp_{h,urb} + QD_{m,ind})$$

Siendo

- K: coeficiente para estimar la infiltración
- $QD_{m,urb}$ : caudal diario medio anual de agua residual de origen urbano
- $c_{pest,urb}$ : coeficiente punta de variación estacional o diaria de la demanda urbana a lo largo del año
- $QD_{m,ind}$ : caudal diario medio anual de agua residual de origen industrial
- $QD_{m,inf}$ : caudal diario medio anual de agua residual por infiltración

En la siguiente tabla obtenida de la ITOHG-SAN-1/1 se muestra el valor de K en función de la edad de la red y la situación de la rasante del conducto respecto al nivel freático:

Tabla 3.- Coeficiente de infiltración

Situación de la rasante	Redes nuevas	Redes viejas
Por debajo del NF	0.50	1
Por encima del NF	0.25	0.50



Para quedarnos del lado de la seguridad, se utilizará un factor de 0.5, puesto que algunos colectores cruzan bajo ríos, y además algunas redes ya están construidas.

Con estas premisas y según los cálculos que aparecen detallados en el Anejo 4.- Dotación y Caudales, los caudales que llegarán a la EDAR son los siguientes:

Tabla 4.- Caudales de tratamiento

	L/s	L/día	m³/h
<b>TOTAL</b>		823	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	1,3717	118512,0	4,938
<b>QDm,inf</b>	0,480	41479,2	1,728
<b>QDm,tot</b>	1,852	159991,2	6,666
<b>QDp,urb</b>	1,920	165916,8	6,913
<b>QDp,total</b>	2,4004	207396,0	8,642
<b>QHp,urb</b>	5,696	492132,7	20,506
<b>QHp,inf</b>	0,480	41479,2	1,728
<b>QHp,tot</b>	6,176	533611,9	22,234

Con respecto a las cargas contaminantes se han obtenido en función de las dotaciones por habitante equivalente siguiendo las recomendaciones de “Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización” de Metcalf y Eddy.

Los valores considerados son los siguientes:

Tabla 5.- Cargas contaminantes

Carga contaminante por h-e	
DBO <sub>5</sub> (g/hab·día)	60
SS (g/hab·día)	75
NTK (g/hab·día)	10
Nitrógeno en forma NH <sub>4</sub> (g/hab·día)	6
P Total (g/hab·día)	4.5
P Orgánico (g/hab·día)	1.5
Coliformes fecales (CF/hab·día)	1·10 <sup>14</sup>

En el Anejo 7.- Dimensionamiento de la EDAR se entra más en detalle en el cálculo de la carga contaminante y se exponen los resultados obtenidos.

## 5. TRATAMIENTO

La Directiva 91/271/CEE establece la obligación de depurar todos los vertidos de aguas residuales, cualquiera que sea el tamaño de la aglomeración urbana que lo produce y el lugar al que sea vertido.

Los tipos de tratamientos contemplados por la Directiva son: tratamiento adecuado, primario, secundario, terciario, y más exigente. La calificación del medio al que se vierte es función de las características geográficas, las características del ecosistema y el estado eutrófico de las aguas.

Estos medios receptores se clasifican como Zonas Menos Sensibles, Zonas Normales y Zonas Sensibles. En casos de aglomeraciones de menos de 2000 hab-equivalentes, como es el que nos ocupa, el tratamiento no queda caracterizado de forma cuantitativa, se habla de tratamiento adecuado, es decir, se debe realizar un tratamiento acorde con los objetivos marcados establecidos en el medio receptor, tal y como se observa en la tabla obtenida de la “ITOHG-EDAR-1/1/4”, tomándola esta a su vez de la “Directiva 91/271 CEE”.

Tabla 6.-Vertido a aguas dulces y estuarios. Tratamiento mínimo exigido.

Tamaño de aglomeración	Zona menos sensible Estuarios	Zona normal Aguas dulces y estuarios	Zona normal Alta montaña	Zona sensible Aguas dulces y estuarios
0-2.000 h-e	T.A.	T.A.	T.A.	T.A.
2.000-10.000h-e	T.1º	T.2º	T.2º*	T.2º
>10.000 h-e	T.2º	T.2º	T.2º*	T.3º

Tabla 7.- Objetivos de vertido para aglomeraciones menores de 1000h-e en aguas continentales

H-e	Rio sin factores ambientales o usos singulares afectados	Río con riqueza piscícola	Rio con captación	Rio con zonas de baño	Espacio natural protegido y/o zona vulnerable	Zona sensible declarada
50-250	OV 2	OV 2	OV 2	OV 3 + desinf	OV 3	OV 5
250-500	OV 2	OV 3	OV 5	OV 3 + desinf	OV 5	OV 5
500-750	OV 3	OV 4	OV 5	OV 3 + desinf	OV 5	OV 6
750-1000	OV 3	OV 4	OV 5	OV 3 + desinf	OV 5	OV 6

Con la población antes mencionada de 823 habitantes y el hecho de que el vertido se realice en un río sin captaciones, se determina un **objetivo de vertido OV 3**.

Tras estudiarse distintas opciones de tratamiento en el anejo 5.- Estudio de alternativas, se llega a la conclusión de que el tratamiento más adecuado es el formado por con rejillas, microtamiz y desarenador o con decantador primario reactor biológico biodiscos y decantador secundario y desinfección ultravioleta.





## 6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras recogidas en el proyecto se dividen en dos actuaciones:

- Construcción de una red de saneamiento, de modo que se concentren los caudales en un único punto para su posterior tratamiento.
- Construcción de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el tratamiento de los caudales recogidos por dicha red.

### 6.1. RED DE SANEAMIENTO

La red de saneamiento se ha dividido en tres tramos de cálculo:

- 1.- Tramo a Igrexa:** Se ubica en el núcleo poblacional del mismo nombre, y tiene un total de 957 m de longitud. Está formada por un colector de 315 mm de diámetro y pozos de registro ejecutados in situ. Este tramo vierte en un pozo de la red de saneamiento existente.
- 2.- Tramo Paraimas:** Se ubica en el núcleo poblacional del mismo nombre, y tiene un total de 875.85 m de longitud. Está formada por un colector de 315 mm de diámetro y pozos de registro ejecutados in situ. Este tramo también vierte a la red existente.
- 3.- Tramo Sur:** Este tramo recoge las aguas residuales de los núcleos de Soutelo de Abaixo, Gundiñáns y Calvelos, y tiene un total de 957 m de longitud. Está formada por un colector de 315 mm de diámetro y pozos de registro ejecutados in situ. A este tramo se unen la totalidad de las aguas de los otros núcleos poblacionales, para conducirlos a la nueva EDAR proyectada.

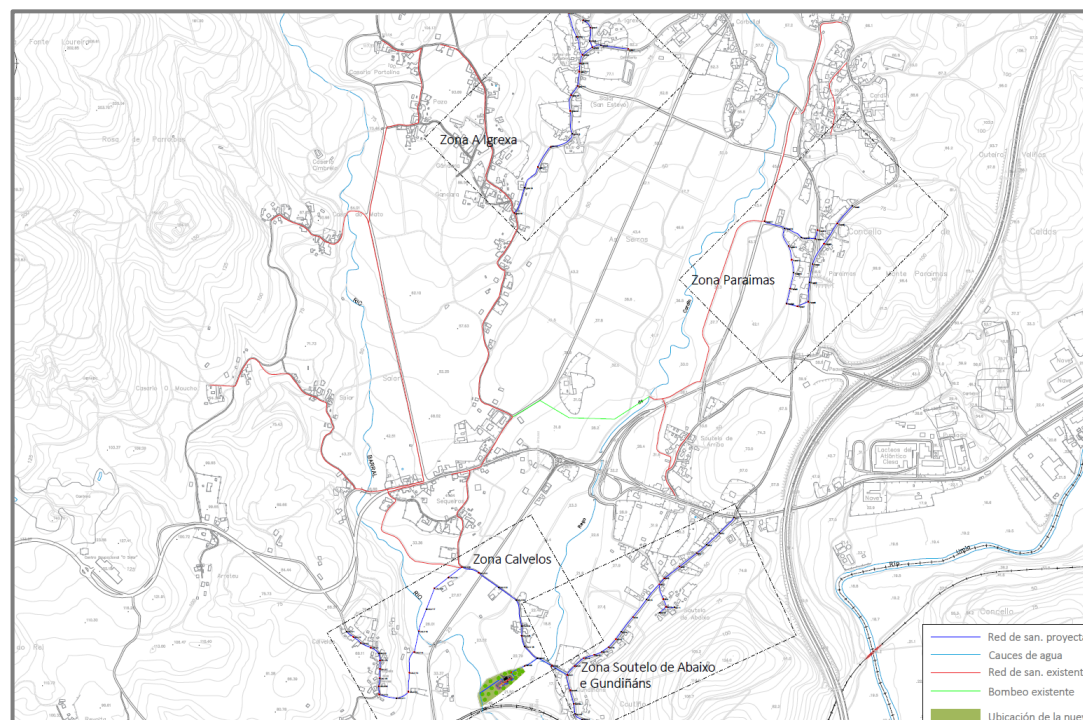


Figura 1 1.- Red proyectada y existente

Dados los pequeños caudales que circulan por la red, las velocidades que se observan en algunos puntos son excesivamente bajas. Estos problemas de velocidades podrían resolverse optando por diámetros más pequeños de conducción, no obstante esto podría producir atascos en la red, por secciones insuficientes. Por lo tanto se opta por la opción de incorporar **cámaras de descarga en cabecera de la red**, con la ubicación que se encuentra reflejada en el “Documento nº 2 Planos”.

### 6.2. ESTACIÓN DEPURADORA

#### 6.2.1. UBICACIÓN

La nueva EDAR se ubica entre los núcleos de Calvelos, Soutelo de Abaixo y Gundiñáns, en una parcela de unos 7547,25 m<sup>2</sup>, y entre los ríos Barral y Cardín. Al primero de ellos será al que se viertan las aguas depuradas de la EDAR.

Para acceder a la parcela de la EDAR ya existe un camino vecinal, que a pesar de que no es muy ancho, si da servicio de forma suficiente a los vehículos de servicio y mantenimiento de dichas instalaciones proyectadas.

El agua bruta llegará a la EDAR mediante una tubería por gravedad de DN315 mm, procedente de la totalidad de los núcleos de la parroquia de Saiar por un solo ramal.

#### 6.2.2. EXPLANACIONES

Para llevar a cabo las obras será necesario realizar una pequeña explanación en la parcela para ponerla a la cota deseada, además de las operaciones de:

- Despeje y desbroce
- Retirada de cubierta vegetal en la zona de obras, en la que se instalarán los elementos de la edar así como el edificio.
- Vaciados necesarios para los elementos de la edar y para la cimentación del edificio

#### 6.2.3. SISTEMA DE TRATAMIENTO

La EDAR estará formada por una línea de agua y otra de fangos generados. El dimensionamiento de los elementos que forman parte de la EDAR viene recogido en el Anejo nº7 dimensionamiento de la EDAR, pero a continuación se recogerá un breve resumen de los mismos.



### Obra de llegada y aliviadero

La obra de llegada y el aliviadero son los primeros elementos de la E.D.A.R, y por tanto deben proteger al resto de la instalación de puntas de caudales que no son tratados y se derivan directamente al medio receptor.

Desde esta obra de llegada se realizará también el bombeo del agua al resto de etapas de tratamiento.

Para poder trabajar con comodidad a la hora de colocar las bombas, se opta por instalar un pozo de 3.60 m de largo y 2.90 m de ancho, y una profundidad de 4.10 m, (aunque las dimensiones podrían ser un poco menores atendiendo al bajo caudal circulante, según el programa de cálculo de pozos de bombeo, PSD de la marca ABS). Las bombas se colocan en disposición I+I, es decir una en funcionamiento y otra de reserva. Serán sumergibles con un número máximo de 5 arranques por hora.

### Desbaste

El desbaste se realizará por medio de unas rejillas de limpieza manual, que tienen como objeto retener y separar los cuerpos voluminosos flotantes y en suspensión, que arrastra consigo el agua residual, las características de las mismas serán las que se encuentran recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 8.- Característica de las rejillas

VARIABLE	VALOR
Separación entre barros (mm)	50
Ancho o espesor del barrote (mm)	12
$C_{rej}$ (m)	0.3
Inclinación de los barros	80º

Del mismo modo se incorporarán tamices estáticos, también en disposición I+I, cuyo método de trabajo es similar al que se adjunta en la siguiente imagen:



Ilustración 3.- Tamiz estático

Este tamiz tendrá una abertura de 0.5 mm, y las dimensiones como las especificadas en el anejo 7.

### Desarenado-Desengrasado

Considerando los parámetros de diseño del anejo 7, se opta por la incorporación de un desarenador desengrasador de 0.75 m de calado, 4 m de longitud, y 0.3 m de resguardo.

En cuanto a los equipos mecánicos la presión en las soplantes deberá ser de 1 m.c.a. y la capacidad de extracción de arenas de las bombas será de 20l/1000m<sup>3</sup> y una capacidad de 1.2 l/h.

### Decantación primaria

Se optará por un decantador rectangular de flujo horizontal y funcionamiento continuo, de dimensiones 7 m de largo, 2 m de calado y 0.3 m de resguardo y 2 m de ancho.

El resto de los valores de diseño se adjuntan más pormenorizadamente en el anexo 7 de este proyecto.

### Reactor biológico mediante biodiscos

El tratamiento biológico se realizará mediante el proceso de contactores biológicos rotativos, más conocido como biodiscos o biocilindros.

Se consideran un total de dos etapas y una disposición I+I. Las dimensiones de los mismos, que aparecen reflejadas en los planos de proyecto se han calculado teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- La geometría y detalles de diseño serán facilitados por el fabricante.
- El medio estará fabricado en polietileno de gran densidad, con diferentes configuraciones o corrugados, ya que se aumenta la superficie disponible y se favorece su estabilidad estructural.
- En las primeras etapas se emplearán medios de baja densidad, mientras que en las etapas intermedias y finales del proceso se emplearán indistintamente medios de media o alta densidad.
- La rotación de los ejes se efectuará por la acción directa de mecanismos de transmisión mecánica. Para regular la velocidad de rotación se incorporarán dispositivos de variación de velocidad.
- La velocidad de giro no será superior a 2 r.p.m. ni inferior a 1 r.p.m.. La velocidad periférica máxima estará comprendida entre 0.15 y 0.30 m/s. El volumen específico de los tanques se estimará en 0.005 m<sup>3</sup> de tanque por m<sup>2</sup> de medio.
- La altura de la lámina de agua será aquella que permita sumergir un 40% del medio durante la eliminación de materia orgánica carbonosa.
- El espesor máximo de biopelícula sobre el medio estará comprendido entre 2 y 3 mm.

### Decantador secundario

Se diseña un decantador circular, de 5 m de diámetro, calado de 2.50 m y 0.3 m de resguardo.

La capacidad de extracción de las bombas de fangos será de 0.03 m<sup>3</sup>/h o lo que es lo mismo 0.44l/min. El resto de las dimensiones y características pueden consultarse en el anexo correspondiente.





### Línea de fangos

La línea de fangos estará formada por un espesador por gravedad donde se concentrarán todos los fangos primarios y secundarios, para lo que se adopta un único espesador de 1.22 m de diámetro con una altura de sobrenadante de 0.53 m y altura de fango de 0.88m según el anexo de cálculo de los elementos de la EDAR.

A continuación los fangos son bombeados a un deshidratador por filtros banda que se ubicará en el interior del edificio de la EDAR. Se utilizará un filtro banda de 0.5 m de ancho. El resto de las características de los filtros banda o las características de dosificación del polímero se encuentran detalladas en el anexo correspondiente.

### 6.2.4. EDIFICIO DE SERVICIO

El edificio de la EDAR proyectado está constituido por una geometría rectangular en planta de dimensiones 21.75x11.60 m<sup>2</sup>. Dispone de una única planta de 4.45 m de altura. Dispone de un forjado unidireccional en el techo de esta planta, no obstante, los pilares de la fachada principal se prolongarán 0.5 cm por encima de este, con el objetivo de que sirvan de apoyo para la estructura de madera sobre la que se apoyará la cubierta de pizarra a un agua de la que se compone el edificio.

La superficie útil del edificio será de 193 m<sup>2</sup>.

Es destacable que dentro de este edificio, prácticamente la mitad de la superficie estará destinada a la deshidratación de fangos así como a la ubicación de las soplantes. La entrada a esta zona industrial se puede realizar por el portón de la fachada trasera del edificio, o desde la zona de vestíbulo de la zona destinada a uso de oficina y laboratorio.

Como puede verse en la imagen 4 todos los pórticos constan de tres pilares excepto el correspondiente a la fachada trasera del edificio, donde se ubica el portón trasero de acceso, y por tanto, con objeto de dejar sitio a esta puerta en la posición que se detalla en los planos, es necesario un total de cuatro pilares.

La separación entre pilares y entre pórticos es variable, apareciendo en los planos correspondientes a la estructura todas estas dimensiones. Lo que permanece invariable es la sección de los pilares, todos ellos presentan 45x45 cm<sup>2</sup> de sección.

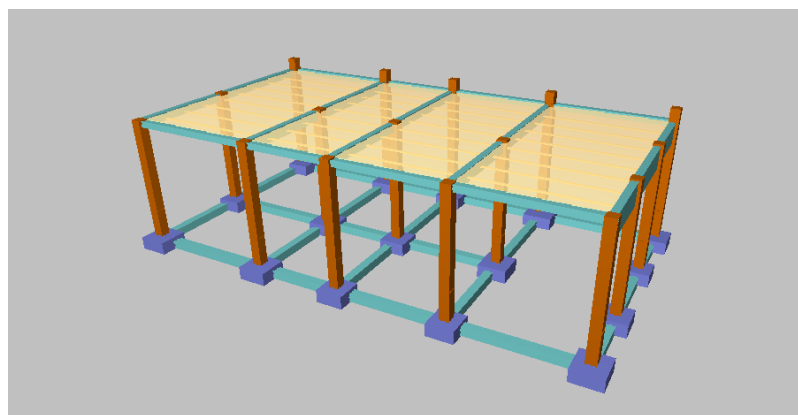


Ilustración 4.- Esquema estructural edificio

Sobre los pórticos se colocará un forjado unidireccional con viguetas de hormigón. El canto de la bovedilla de hormigón es de 25 cm y el espesor de la capa de compresión de 5 cm. Se diseña con un intereje de 121 cm y un ancho del nervio de 12 cm, como puede verse en los planos de proyecto, recogidos en el documento nº2.

### 6.2.5. URBANIZACIÓN DE LA EDAR

#### Firmes y vías de acceso

Para la urbanización de la EDAR se proyecta un vial de acceso y explanada de aparcamiento en la zona adyacente al edificio y a los elementos de la EDAR, de modo que este viario de acceso a los puntos donde es previsible que se necesite en algún momento acceso de vehículos motorizados. La sección transversal de la pista de la EDAR es variable, de 5.5 m de ancho en la zona de la puerta de acceso y se ensancha gradualmente hasta el edificio, de forma que se forma una explanada para aparcamiento. Alrededor de este edificio existe un pasillo pavimentado con el mismo firme, que tiene el mismo ancho 5.50, lo que permite de forma cómoda el paso de vehículos pesados de mantenimiento u obras si fuese necesario.

En cuanto al tipo de firme en la parcela de la EDAR se utilizará una capa de hormigón de 10 cm de espesor sobre la que se colocará un solado de pizarra.

Los caminos públicos, bajo los que discurren las conducciones de la red de saneamiento proyectada se encuentran ya afirmados, con una sección de firme que en general está formada por una base granular de **unos 15 cm y un pavimento de mezcla bituminosa de unos 5 cm de espesor**. Este es el firme que se utilizará en reposiciones.

#### Jardinería

Para ajardinar la parcela de la EDAR se realizará una siembra de césped así como una plantación de robles. Se escoge esta especie por ser autóctona y porque encaja perfectamente con la estética del lugar donde se ubican las obras.

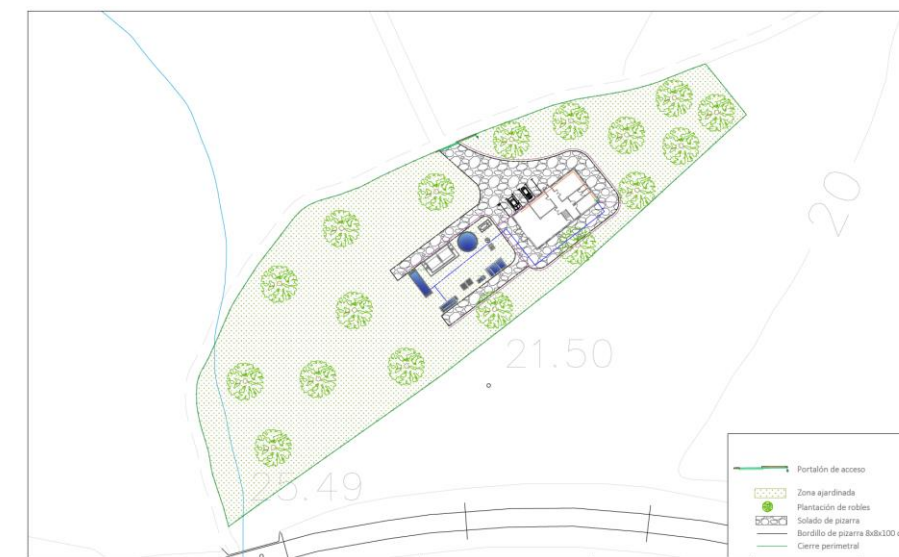


Ilustración 5.- Plantación de robles y siembra de césped



Del mismo modo también se instalará un portalón corredero con automatismo de apertura para acceso a la parcela, así como un vallado perimetral de toda la finca formado por tubos de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y malla de con enrejado metálico galvanizado en caliente.

7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Conforme al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de nueva construcción, se incluye en el Anejo nº 19 el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud, que consta de Memoria, Pliego de Condiciones Particulares y Presupuesto. En este estudio se establecen las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales. Se especifican además las instalaciones preceptivas de higiene, salud y bienestar de los trabajadores.

El Presupuesto de Ejecución Material en materia de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de TREINTA Y SEIS MIL QUINIENTOS VEINTITRES EUROS Y CINCO CÉNTIMOS (36,523.03€)

8. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Conforme a la legislación vigente en materia de impacto ambiental, ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y Ley 9/2013, del emprendimiento y la competitividad económica de Galicia.

Este tipo de obra no se encuentra incluido en el anexo I, ni en el anexo II de la ley 21/2013, ni está ubicado en Red Natura 2000, ni se encuentra recogida en la ley 9/2013 (población <2000 hab.) por lo que en teoría estaría exenta del estudio ambiental, tanto ordinario como simplificado, no obstante, al ser este un proyecto fin de carrera se incluye de igual manera dicho estudio en el anejo 15 Impacto Ambiental.

9. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

En cumplimiento del Real Decreto 105/08, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición se realiza, en las mediciones, una estimación de la cantidad de residuos que se van a generar, incluyendo en el presupuesto la valoración de los costes derivados de la correcta gestión de los mismos.

La gestión de residuos viene detallada en el enejo correspondiente.

10. PLAN DE OBRA

En el anejo correspondiente a Plan de obra se presenta el programa de trabajos a realizar para la completa ejecución de las obras, representado en forma de diagrama de Gantt, además de la valoración económica del avance de los trabajos.

Este plan de obra tiene un carácter meramente orientativo para el Contratista, no estando obligado a cumplirlo.

Éste podrá presentar en cualquier caso su propio programa de trabajos que se adapte con mayor precisión a los métodos constructivos, maquinaria y medios auxiliares que vaya a utilizar para la ejecución de las obras.

El plan de obra propuesto es el siguiente:

MES		1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				PEM
SEMANA		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	€				
C.1 RED DE SANEAMIENTO																																														725.443,96
C.2 EDAR																																														285.959,72
2.1 OPERACIONES PREVIAS																																														9.055,73
2.2 EDIFICIO																																														93.585,79
2.2.1 CIMENTACIÓN Y SOLERA																																														18.534,45
2.2.2 PILARES																																														7.635,74
2.2.3 VIGAS																																														3.438,18
2.2.4 FORJADO																																														8.764,90
2.2.5 CUBIERTA																																														12.566,51
2.2.6 CERRAMIENTOS Y CARPINTERÍA																																														28.199,21
2.2.7 PARTICIONES Y REVESTIMIENTOS INTERIORES																																														801,97
2.2.8 FONTANERÍA																																														2.344,83
2.2.9 INSTACIÓN ELÉCTRICA Y DE TELECOMUNICACIONES																																														11.300,00
2.3 ELEMENTOS EDAR																																														14.282,42
2.4 ELEMENTOS ELECTRO-MECÁNICOS																																														32.717,43
2.5 CONDUCCIONES																																														8.660,90
2.6 INSTALACIONES																																														59.079,62
2.7 URBANIZACIÓN																																														68.577,83
C.3 LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS																																														6.000,00
C.5 GESTIÓN DE RESIDUOS																																														2.348,38
C.6 SEGURIDAD Y SALUD																																														36.523,05
TOTAL																																														1.056.275,11

Ilustración 6.- Plan de obra

11. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y PLAZO DE GARANTÍA

Se establece un plazo máximo de ONCE (11) MESES para la ejecución de las obras, justificándose dicho plazo con el plan de obra. Este plazo de ejecución dará comienzo a partir de la formalización del contrato.

A la recepción de las obras a su terminación, y si éstas se encuentran en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, el funcionario técnico designado por la Administración contratante y representante de ésta las dará por recibidas, levantándose la correspondiente acta y comenzando entonces el plazo de garantía.

Este plazo de garantía se establece en UN (1) año a partir de la fecha de recepción de las obras, por considerarse que transcurrido éste, estará suficientemente comprobado su correcto funcionamiento. En este período será obligación del contratista la conservación de las obras en perfecto estado.



## 12. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Tras haber analizado cada punto dentro de la clasificación, se muestra una tabla con la clasificación exigible al contratista:

GRUPO	SUBGRUPO	CATEGORÍA
E	1	4

## 13. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

A pesar de que por el plazo de ejecución fijado para las obras, no corresponde la revisión de precios, se ha escogido igualmente por si surgiesen retrasos o si por alguna razón la obra tuviese que desarrollarse en un plazo mayor de un año.

La fórmula contemplada es la siguiente:

**FÓRMULA 561.** Alto contenido en siderurgia, cemento y rocas y áridos. Tipologías más representativas: Instalaciones y conducciones de abastecimiento y saneamiento.

De este modo, la fórmula aplicable a posibles revisiones de precios será la siguiente:

$$K_t = \frac{0.10 \cdot C_t}{C_0} + \frac{0.05 \cdot E_t}{E_0} + \frac{0.02 \cdot P_t}{P_0} + \frac{0.08 \cdot R_t}{R_0} + \frac{0.28 \cdot S_t}{S_0} + \frac{0.01 \cdot T_t}{T_0} + 0.46$$

El significado de los coeficientes utilizados en la fórmula tipo a utilizar son los siguientes:

- $K_t$ : Coeficiente teórico de revisión para el mes que corresponde al periodo de ejecución del contrato cuyo importe es objeto de revisión
- $C_0$ : Índice de coste del cemento en la fecha de la licitación
- $C_t$ : Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución  $t$
- $E_0$ : Índice de coste de la energía en la fecha de la licitación
- $E_t$ : Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución  $t$
- $P_0$ : Índice de coste de los productos plásticos en la fecha de la licitación
- $P_t$ : Índice de coste de los productos plásticos en el momento de la ejecución  $t$

- $R_0$ : Índice de coste de los áridos y rocas en la fecha de la licitación
- $R_t$ : Índice de coste de los áridos y rocas en el momento de la ejecución  $t$
- $S_0$ : Índice de coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de la licitación
- $S_t$ : Índice de coste de los materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución  $t$
- $T_0$ : Índice de coste de los materiales electrónicos en la fecha de la licitación
- $T_t$ : Índice de coste de los materiales electrónicos en el momento de la ejecución  $t$

## 14. EXPROPIACIONES

La totalidad de los terrenos por los que discurren los colectores proyectados son caminos públicos por los que no es necesario realizar expropiaciones ni temporales ni permanentes.

Pero si será necesario expropiar parte de ciertas parcelas para la ubicación de la EDAR, concretamente las siguientes:

Tabla 9.- Bienes afectados por la expropiación forzosa

	Superficie parcela	Superficie expropiada	Clasif. Del suelo
36005B518020560000ZY	3.576 m <sup>2</sup>	2250.54 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco
36005B518020550000ZB	666 m <sup>2</sup>	386.12 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco
36005B518020540000ZA	1.046 m <sup>2</sup>	582.05 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco
36005B518020530000ZW	1713 m <sup>2</sup>	827.87 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco
36005B518020520000ZH	5255 m <sup>2</sup>	1992.25 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco
36005B518020510000ZU	2850 m <sup>2</sup>	905.49 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco
36005B518021030000ZD	1863 m <sup>2</sup>	607.99 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco

Por lo tanto, la superficie total de expropiación asciende a 7552.31 m<sup>2</sup>.

Dados los usos del suelo como labradío seco, el precio de expropiación se fija aproximadamente en 8 €/ m<sup>2</sup>, lo que supone un **coste total de expropiaciones de 60.418,48 €**.

## 15. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

De la aplicación del Cuadro de Precios nº 1 a las mediciones del proyecto, resulta el Presupuesto de Ejecución Material que a continuación se indica a continuación:



CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	RED DE SANEAMIENTO .....	725.443,96	68,68
02	EDAR .....	285.959,72	27,07
03	LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS .....	6.000,00	0,57
04	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	2.348,38	0,22
05	SEGURIDAD Y SALUD .....	36.523,05	3,46
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		1.056.275,11	

Asciende el presente **Presupuesto de Ejecución Material a la cantidad de UN MILLON CINCUENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS Y ONCE CÉNTIMOS (1.056.275,11 €).**

Como aplicación al Presupuesto de Ejecución Material de los porcentajes de Gastos Generales (13%) y Beneficio Industrial (6%) y repercutir sobre la suma de todo ello el Impuesto de Valor Añadido vigente, resulta un Presupuesto Base de Licitación más IVA:

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	1.056.275,11 €
Gastos generales (13%)	137.315,76 €
Beneficio Industrial (6%)	63.376,51 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	1.256.967,38 €
IVA (21%)	263.963,15 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA	1.520.930,53 €

Asciende el presente **Presupuesto Base de Licitación, incluido I.V.A., a la cantidad de UN MILLÓN QUINIENTOS VEINTE MIL NOVECIENTOS TREITA EUROS Y CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS (1.520930,53 €).**

Obtenido el presupuesto base de licitación con I.V.A., el presupuesto para conocimiento de la administración se calcula sumándole a este el presupuesto de las expropiaciones, con lo que se obtiene:

TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA	1.520.930,53 €
EXPROPIACIONES	60.418,48 €
PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMON	1.581.349,01 €

Asciende el presente Presupuesto para Conocimiento de la Administración, a la cantidad de **UN MILLÓN QUINIENTOS OCHENTA Y UN MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS Y UN CÉNTIMO (1.581.349,01 €).**

## 16. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA O FRACCIONADA

En la ley 9/2017 de 8 de noviembre, de contratos del Sector Público por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, se expone que los contratos de obras se referirán a una obra completa, entendiendo por esta la susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto y comprenderá todos y cada uno de los elementos que sean precisos para la utilización de la obra.

No obstante lo anterior, podrán contratarse obras definidas mediante proyectos independientes relativos a cada una de las partes de una obra completa, siempre que estas sean susceptibles de utilización independiente, en el sentido del uso general o del servicio, o puedan ser sustancialmente definidas y preceda autorización administrativa del órgano de contratación que funde la conveniencia de la referida contratación.

Se podrán celebrar contratos de obras sin referirse a una obra completa en los supuestos previstos en el apartado 4 del artículo 30 de la presente Ley cuando la responsabilidad de la obra completa corresponda a la Administración por tratarse de un supuesto de ejecución de obras por la propia Administración Pública.

En nuestro caso las obras suponen obra completa.

## 17. REQUERIMIENTO DE INFORME DE SUPERVISIÓN SEGÚN ARTÍCULO 125 RDL 3/2011

Según el artículo 235 la ley 9/2017 de 8 de noviembre, de contratos del Sector Público por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014 “Antes de la aprobación del proyecto, cuando el presupuesto base de licitación del contrato de obras sea igual o superior a 500.000 euros, IVA excluido, los órganos de contratación deberán solicitar un informe de las correspondientes oficinas o unidades de supervisión de los proyectos encargadas de verificar que se han tenido en cuenta las disposiciones generales de carácter legal o reglamentario así como la normativa técnica que resulten de aplicación para cada tipo de proyecto. La responsabilidad por la aplicación incorrecta de las mismas en los diferentes estudios y cálculos se exigirá de conformidad con lo dispuesto en el apartado 4 del artículo 233 de la presente Ley”.

Por lo tanto es necesario el requerimiento de informe de supervisión,

## 18. RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE INTEGRAN ESTE PROYECTO

Los documentos que integran el proyecto son los siguientes:





## **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**

### **MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **MEMORIA JUSTIFICATIVA**

- 1.- Situación actual y objeto del proyecto
- 2.- Cartografía y replanteo
- 3.- Geológico y geotécnico
- 4.- Dotación y caudales
- 5.- Estudio de alternativas
- 6.- Cálculo de la red
- 7.- Dimensionamiento de la EDAR.
- 8.- Planeamiento urbanístico
- 9.- Firmes
- 10.- Movimiento de tierras
- 11.- Edificio de la EDAR
- 12.- Expropiaciones
- 13.- Suministro de servicios
- 14.- Gestión de residuos
- 15.- Impacto ambiental
- 16.- Seguridad y salud
- 17.- Clasificación del contratista
- 18.- Justificación de precios
- 19.- Plan de obra
- 20.- Revisión de precios
- 21.- Presupuesto para conocimiento de la administración

## **DOCUMENTO Nº2: PLANOS**

- 1.- Ubicación
- 2.- Situación actual

- 3.- Red de colectores. Trazado en planta.
- 4.- Red de colectores. Replanteo.
- 5.- Red de colectores. Perfiles longitudinales.
- 6.- Red de colectores. Detalles.
- 7.- EDAR.
- 8.- Explanada

## **DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

Capítulo 1: Disposiciones preliminares

Capítulo 2: Descripción de las obras

Capítulo 3: Características de los materiales (obra civil)

Capítulo 4: Descripción, medición y abono de las unidades de obra

Capítulo 5: Equipos mecánicos

Capítulo 6: Disposiciones generales

## **DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO**

- 1.- Mediciones auxiliares
- 2.- Mediciones
- 3.- Cuadro de precios nº1
- 4.- Cuadro de precios nº2
- 5.- Presupuesto
- 6.- Resumen del presupuesto

En A Coruña, a Junio de 2021

Agustín Freire González



# MEMORIA JUSTIFICATIVA



## ANEJO 1. SITUACIÓN ACTUAL Y OBJETO DEL PROYECTO





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. DESCRIPCIÓN DE LOS NÚCLEOS AFECTADOS .....	3
3. POBLACIÓN.....	5
4. OBJETO DEL PROYECTO .....	6



## 1. INTRODUCCIÓN

La dispersión de la población gallega supone un importante atranco en la dotación de los servicios públicos. En el caso que nos ocupa del tratamiento de las aguas residuales este toma una mayor relevancia debido a los problemas medioambientales que pueden surgir de una mala actuación.

Los procesos tradicionales de saneamiento han sido enfocados hacia un tratamiento individualizado, como fosas para el almacenamiento y posterior utilización como abono. Con la toma de conciencia en lo referente a la calidad de las aguas y la necesaria adaptación a la Normativa Europea, se está llevando a cabo un cambio en la metodología, orientándose hacia un tratamiento más concentrado en los pequeños núcleos. Sin embargo la nombrada dispersión poblacional llevo al empleo masivo de sistemas prefabricados de limitada capacidad con poca adaptabilidad a los cambios de carga y que además sufren una deficiente gestión en su mantenimiento, por ello se sufre una merma en la calidad final de las aguas tratadas.

La tendencia actual en el tratamiento de aguas es a la concentración del saneamiento de áreas cada vez mayores en una única EDAR, bien es cierto que los costes de inversión en estas nuevas redes son mayores, pero permite un mayor control de las aguas, alejar la estación depuradora de las viviendas y permite de una manera sencilla la adaptación a posibles aumentos de caudal por incorporación de núcleos colindantes.

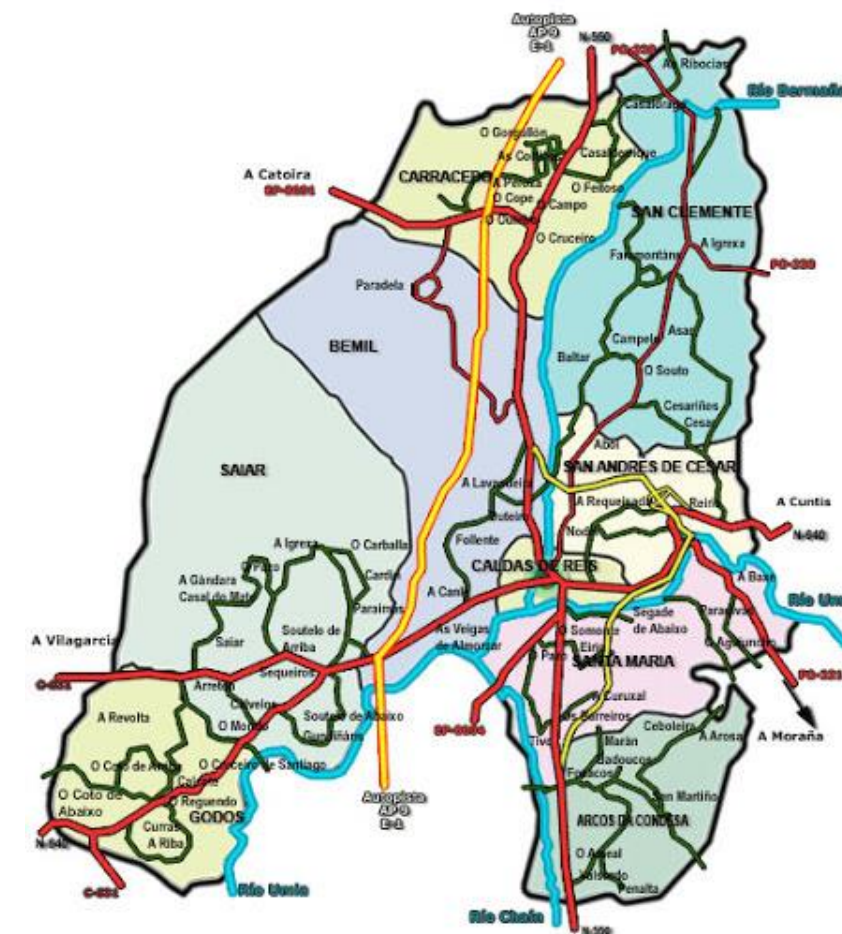
El saneamiento de los núcleos poblacionales existentes se encuentra condicionado por una serie de ríos de poco caudal hacia los que se derivarán las aguas depuradas y que condicionarán la localización de la EDAR proyectada.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LOS NÚCLEOS AFECTADOS

Los núcleos cuyo saneamiento es objeto de estudio del presente proyecto fin de carrera se encuentran ubicados en la parroquia de Saiar, en el término municipal de Caldas de Reis.

Los términos poblacionales afectados son los siguientes:

- A Igrexa
- A Gándara
- Calvelos
- Paraimas
- Soutelo
- Gundiñáns



*Ilustración 1.- Parroquias Ayuntamiento de Caldas de Reis*



*Ilustración 2.- Núcleos poblacionales Parroquia de Saiar*





En la parroquia de Saiar, ya existe una parte que se encuentra saneada, concretamente los núcleos de O Pazo, Casal do Mato, Saiar, Sequeiros, O Carballal, Cardín y Soutelo de Arriba, por lo que solo será necesario actuar en los núcleos enumerados al principio de este punto.

Existe además una red de tratamiento de aguas residuales situada entre los núcleos poblacionales de Calvelos, Sequeiros y Saiar, como puede verse en la siguiente imagen. Esta EDAR existente vierte sus aguas tratadas al Rego Barral.



Ilustración 4.- Ubicación de la EDAR actual

A continuación se adjunta la imagen procedente del PXOM correspondiente al saneamiento existente.

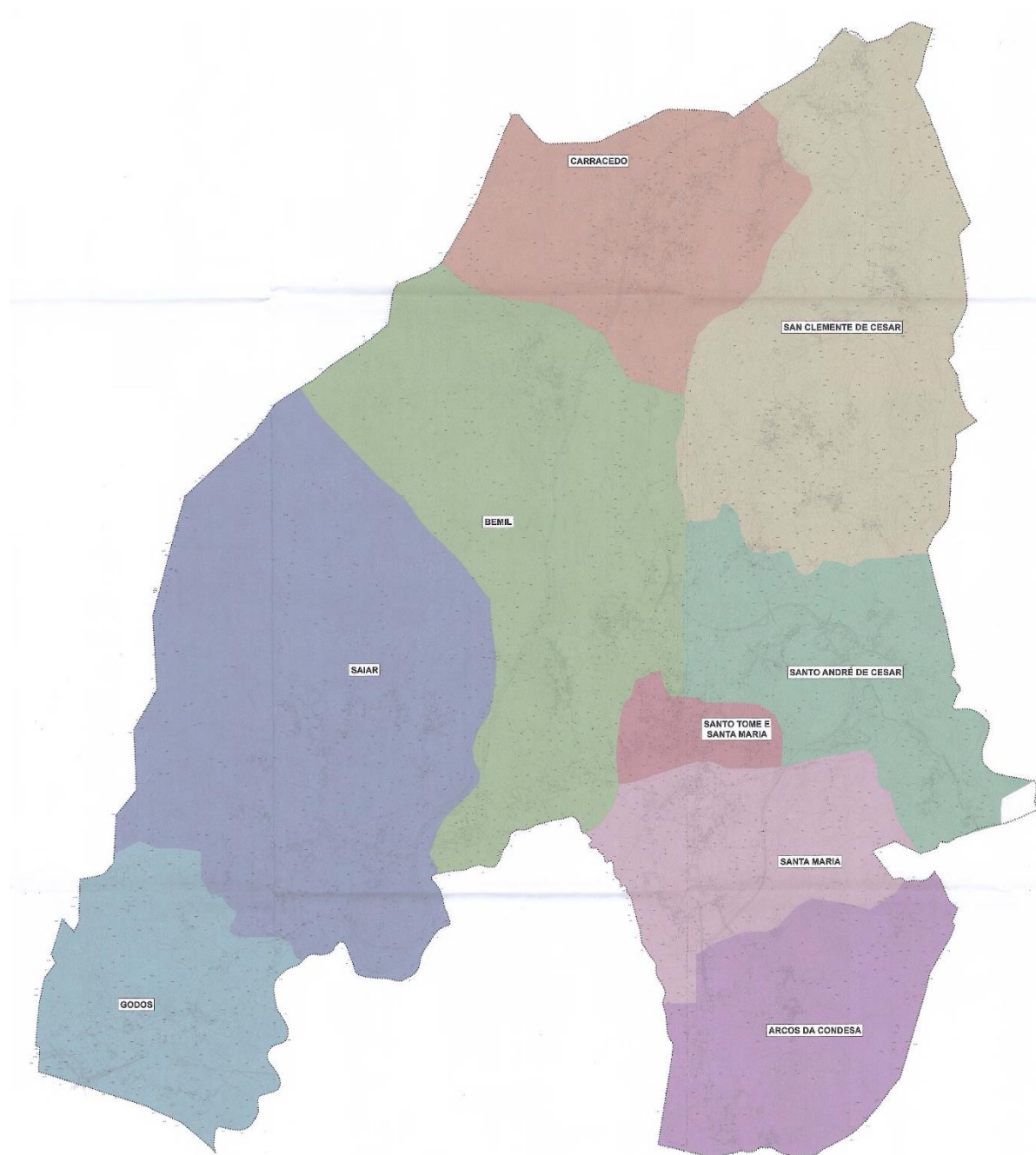


Ilustración 3.- Parroquias. (procedente PXOM)





### 3. POBLACIÓN.

Para el realizar el estudio de poblaciones se han tomado datos de la página web del Instituto Nacional de Estadística (INE), que son los que se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 1.- Datos poblacionales (procedentes de [www.ine.es](http://www.ine.es))

	CALVELOS	CARBALLAL	CARDÍN	CASALDOMATO	GÁNDARA	GUNDIÑANES	IGLESIA	PARAIMAS	PAZO	SAYAR	SEQUEIROS	SOUTELO DE ABAJO	SOUTELO DE ARRIBA
2010	50	56	97	43	100	45	68	41	95	34	136	56	60
2011	48	56	86	39	98	44	68	44	97	28	136	56	60
2012	47	54	88	38	96	40	68	44	97	25	131	60	58
2013	47	53	89	35	96	39	64	48	94	24	129	63	61
2014	46	58	92	36	95	37	61	46	101	24	133	64	60
2015	45	57	92	35	95	32	61	44	101	21	134	63	61
2016	48	58	93	35	85	31	61	45	110	21	129	57	60
2017	48	57	93	38	82	29	58	45	103	21	119	56	58
2018	46	56	94	37	85	31	58	45	97	24	111	55	57
2019	45	56	93	32	85	29	56	45	95	25	114	52	56

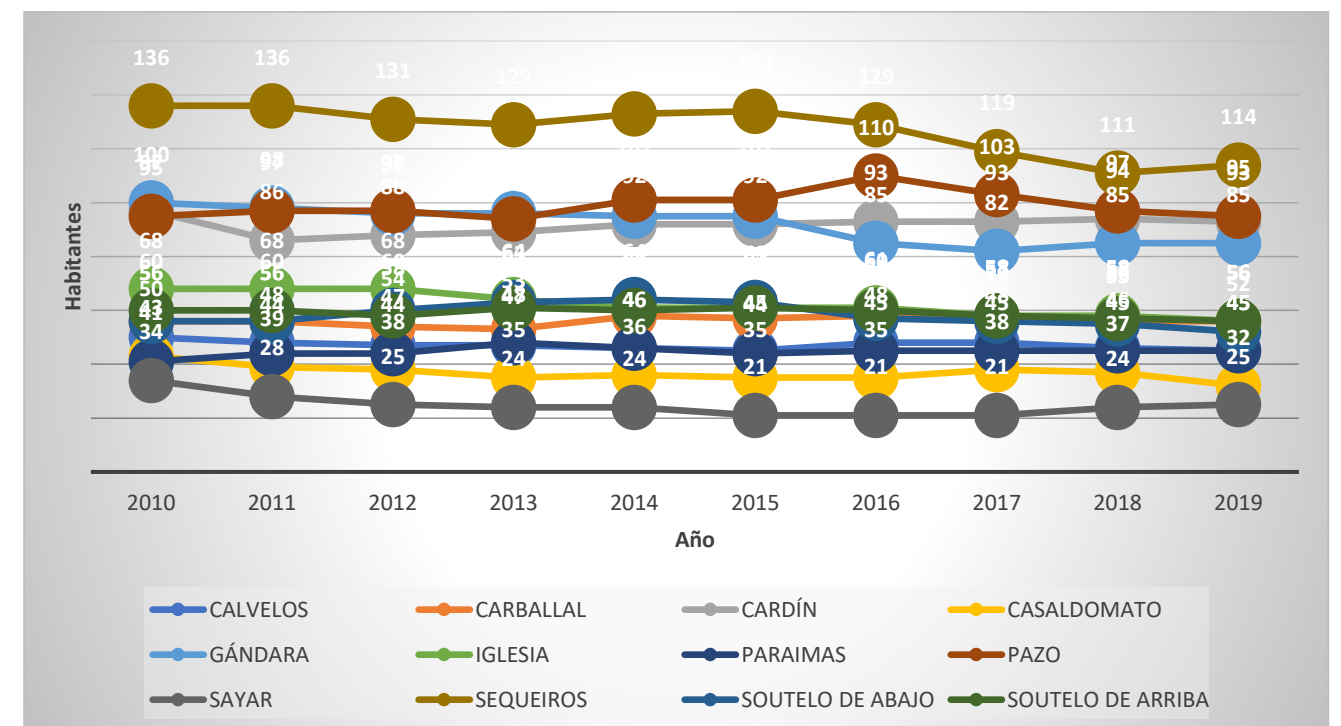


Gráfico 1.- Gráfico de evolución poblacional por núcleos

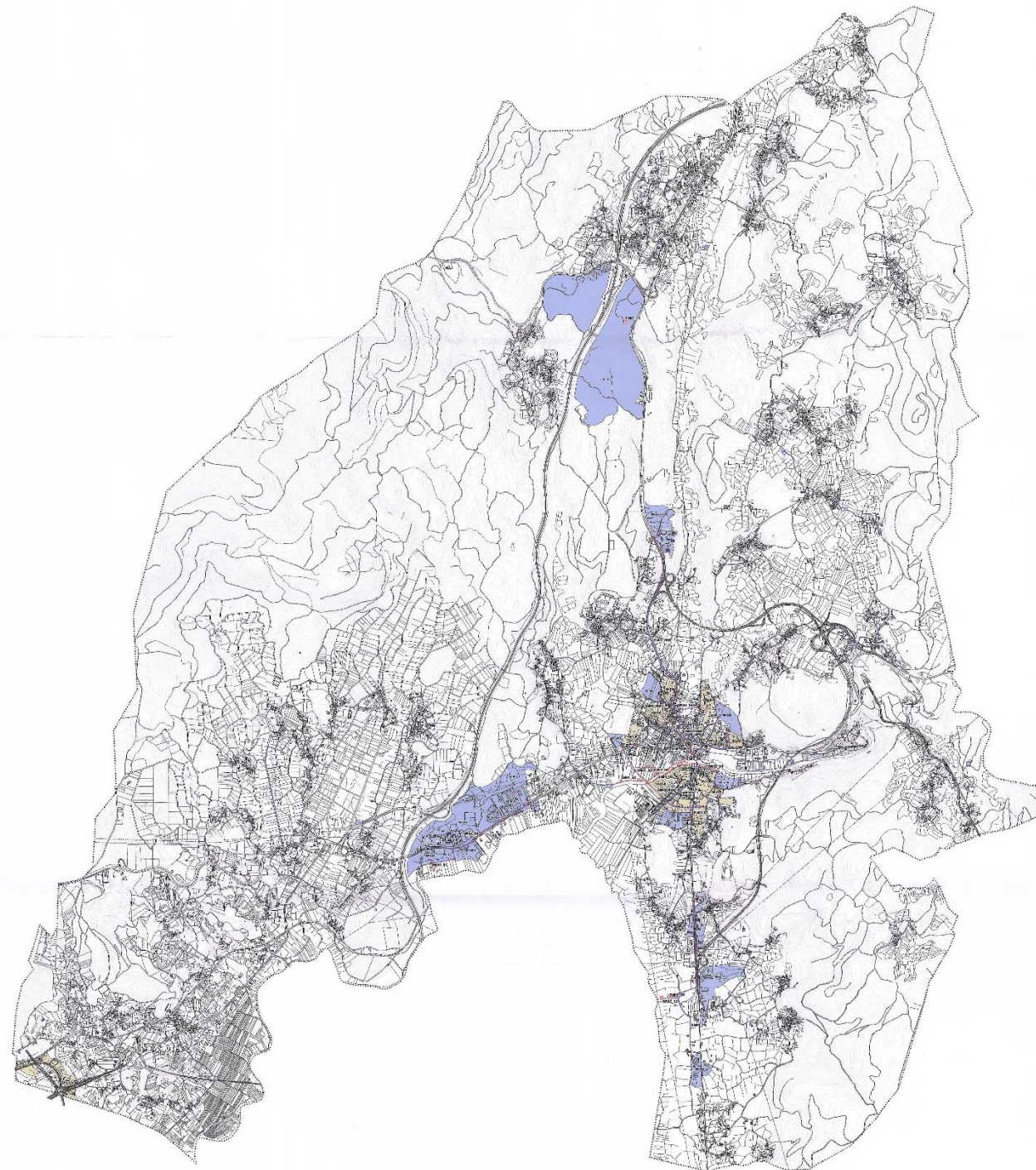


Ilustración 5.- Situación actual saneamiento (Procedente PXOM)



## 4. OBJETO DEL PROYECTO

Actualmente la zona de proyecto se caracteriza por la existencia de asentamientos que todavía carecen de él, y por lo tanto estas aguas sin tratar terminan en cauces naturales, con las consecuencias que ello conlleva.

Es por ello que el objeto de este proyecto será la definición y valoración de las obras necesarias para la construcción de los tramos de saneamiento necesarios, así como de una nueva EDAR que de servicio al total de poblaciones, tanto las ya saneadas como las que todavía no tienen saneamiento, juntando en una única estación todas las aguas a depurar, lo que minimizará los gastos de mantenimiento.

La red proyectada será separativa al igual que la ya existente en otros tramos.



## ANEJO 2. CARTOGRAFÍA Y REPLANTEO





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. CARTOGRAFÍA BASE .....	3
3. TRATAMIENTO DE LA CARTOGRAFÍA DIGITAL.....	3
4. TOPOGRAFÍA.....	3
5. REPLANTEO.....	3
5.1. BASES DE REPLANTEO .....	3
APÉNDICE 1. PLANO DE BASES DE REPLANTEO.....	5



## 1. INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de todas las actuaciones propuestas en este proyecto, es necesario disponer de una base cartográfica para así poder visualizar la zona de estudio con el mayor detalle posible.

Debido al carácter académico del presente proyecto, no se han llevado a cabo estudios topográficos, los cuales serían necesarios si se tratase de un proyecto real, para verificar el estado de la cartografía disponible. De este modo, debería realizarse un levantamiento topográfico u otros métodos disponibles con el fin de actualizar todos los documentos y así obtener una mayor precisión.

En este anejo, se explica la cartografía que se ha empleado, así como un listado con las bases de replanteo de la obra.

## 2. CARTOGRAFÍA BASE

Con el fin de elaborar el presente Proyecto Fin de Grado se ha utilizado principalmente la siguiente cartografía base:

- Mapa autonómico de Galicia: E 1/250.000
- Mapa topográfico nacional de España, E 1/ 50.000
- Cartografía de la zona proporcionada por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de A Coruña: E 1/5.000.

La última supone la verdadera base de trabajo de todo el proyecto, ha sido necesario su tratamiento en tres dimensiones para la realización de todos los cálculos pertinentes. Entre la información facilitada por dicha cartografía se encuentra fundamentalmente:

- Curvas de nivel.
- Carreteras y caminos existentes.
- Edificaciones.
- Masas arbóreas.

Toda la cartografía mencionada se encuentra referenciada en el sistema de coordenadas U.T.M.

## 3. TRATAMIENTO DE LA CARTOGRAFÍA DIGITAL

Dado el carácter académico del proyecto no se ha realizado la labor de comprobación de la cartografía disponible a partir de un vértice geodésico, lo cual es imprescindible en un proyecto real.

A partir de la documentación cartográfica mencionada, se ha llevado a cabo su tratamiento digital para obtener un fichero vectorial reconocible por un programa cualquiera de C.A.D. Este se ha conseguido con la ayuda de las siguientes herramientas informáticas:

- AutoCAD 2021 de la empresa Autodesk.
- Civil 3D 2021 para la realización del modelado digital del terreno

## 4. TOPOGRAFÍA

La topografía es uno de los factores más influyentes en la distribución de los viales, puesto que las pendientes muy acusadas suponen movimientos de tierra importantes, algo inadmisibles en el espacio natural en que nos encontramos. Es por ello por lo que se necesita un análisis en profundidad antes de comenzar a proyectar.

## 5. REPLANTEO

### 5.1. BASES DE REPLANTEO

Las bases de replanteo son puntos fijos materializados en campo mediante una marca realizada con una estaca, con pintura, con un poco de hormigón o material similar. En un proyecto real habría que materializar en campo las bases escogidas mediante algún tipo de marca y cerciorarse de que se han escogido de modo que los topógrafos puedan colocar los aparatos necesarios para realizar el replanteo de la obra.

Las coordenadas de estos puntos las tenemos en coordenadas UTM. Se intenta en todo momento que las bases se encuentren fuera de la zona de obras para evitar remover la marca de la base durante la ejecución de las obras.

Además, se han seguido los siguientes criterios a la hora de elegir las bases de replanteo:

- Los vértices deben ser visibles entre sí.
- Los vértices deben situarse en lugares fácilmente accesibles.
- La distancia entre bases debe estar comprendida en menos de 100 metros.

A continuación, se detallan las bases de replanteo definidas con su posición dada por sus coordenadas UTM:

Base	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z
B1	525841.5682	4717650.2166	89.65
B2	525885.1120	4717516.9865	83.15
B3	525911.0990	4717606.6248	93.15
B4	526032.3045	4717535.7222	83.35
B5	525853.1000	4717384.7200	73.65
B6	525852.4681	4717262.9996	66.15
B7	525782.2207	4717217.9529	62.15
B8	525665.1163	4717007.4633	62.15
B9	526758.2928	4717029.1872	89.65
B10	526628.0901	4716842.2135	94.65
B11	526612.9468	4716720.4488	89.65
B12	526544.4362	4716715.3472	75.65
B13	526549.8569	4716900.416	84.65



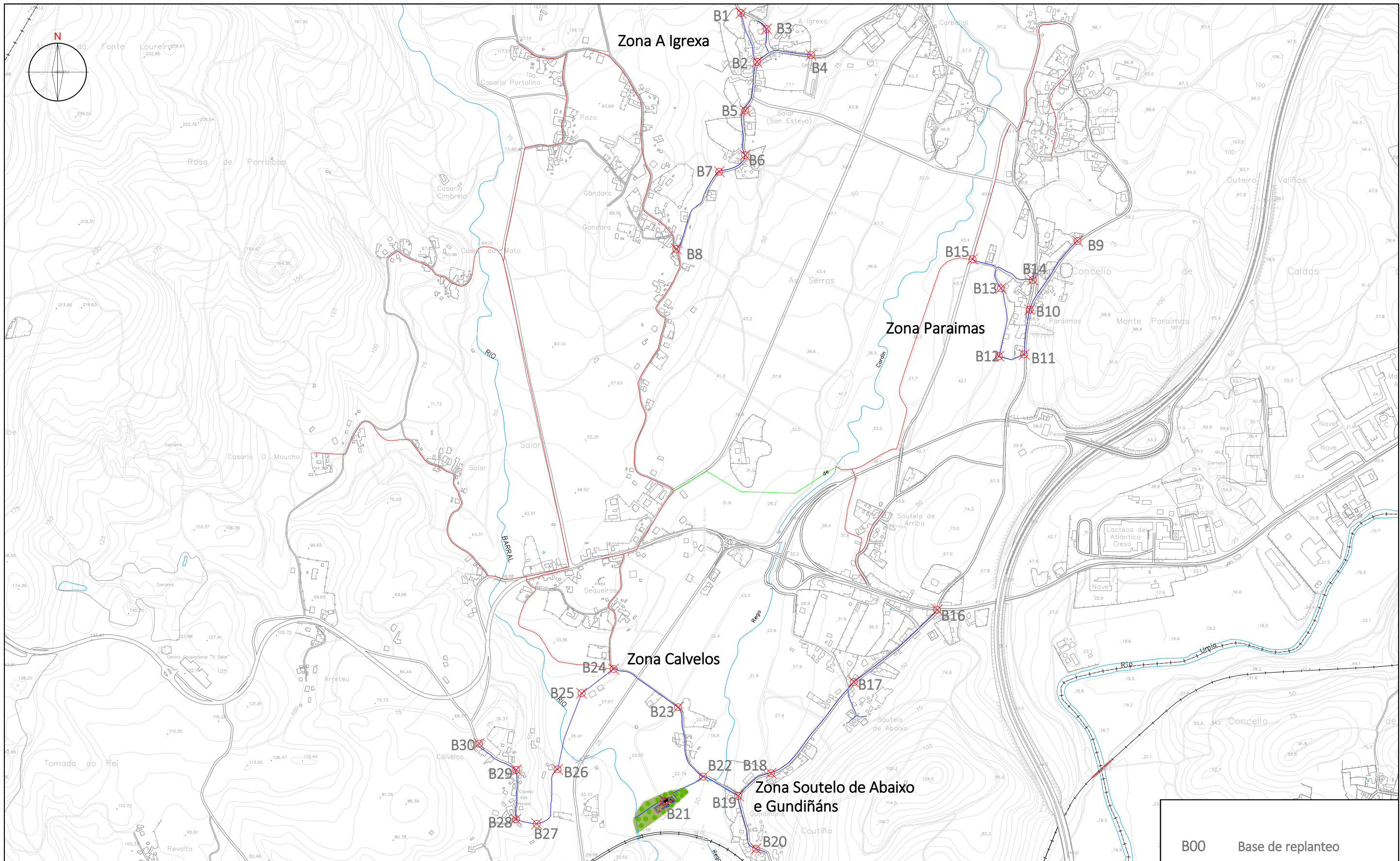
<b>Base</b>	<b>Coordenada X</b>	<b>Coordenada Y</b>	<b>Coordenada Z</b>
B14	526636.3725	4716923.1967	75.65
B15	526472.388	4716979.6597	69.15
B16	526375.9495	4716024.7517	47.15
B17	526148.9873	4715828.1683	37.85
B18	525923.2425	4715579.8088	31.85
B19	525833.953	4715518.2478	23.90
B20	525882.1171	4715374.0066	30.65
B21	525631.2127	4715503.2594	20.85
B22	525738.2572	4715570.3769	20.10
B23	525670.2413	4715759.3663	22.80
B24	525407.0151	4715797.8378	29.65
B25	525494.1653	4715863.5515	27.15
B26	525341.6033	4715590.4012	29.65
B27	525284.7069	4715442.0039	49.65
B28	525228.0037	4715454.5787	55.95
B29	525229.0761	4715588.606	62.15
B30	525127.4611	4715660.1735	71.95




A continuación en el apéndice I se adjunta el plano de ubicación de bases de replanteo.



## APÉNDICE 1. PLANO DE BASES DE REPLANTEO





 <div>E.T.S. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</div> <div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA </div>	<div>TÍTULO PROYECTO FIN DE CARRERA</div> <div>Saneamiento y depuración en</div> <div>Saiar, Caldas de Reis</div>	<div>ALUMNO Agustín Freire González</div> <div>FIRMA </div>	<div>TÍTULO PLANO</div> <div>Bases de replanteo</div>	<div>ESCALA 1/10000</div> <div>Nº PLANO</div>	<div>FECHA</div> <div>Jun 2021</div>
--	---	--	---	---	--------------------------------------



## ANEJO 3. GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. OBJETO .....	3
3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES. ESTRATIGRAFÍA. TECTÓNICA. ....	3
4. CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS. SUSTRATO. PETROLOGÍA.....	3
5. GEOTECNIA.....	4
5.1. OBJETO. ....	4
5.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS. ....	4
5.3. CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA. ....	4
5.4. DIVISIÓN GEOTÉCNICA. ....	4
5.5. FENÓMENOS DE ALTERACIÓN.....	4
5.6. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS. ....	5
5.7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS. ....	5
5.8. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS.....	5
5.9. DEDUCCIONES GEOTÉCNICAS. ....	5
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	5
7. ZANJAS. CONSIDERACIONES GENERALES. ....	6
8. TRAZADO DE LAS CONDUCCIONES.....	6
8.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PAVIMENTOS Y DE LOS TERRENOS .....	6
8.2. EXCAVABILIDAD.....	7
8.3. ESTABILIDAD DE LA ZANJA. ....	7
8.4. NIVELES FREÁTICOS.....	7
8.5. UTILIDAD DE LOS MATERIALES.....	7
9. CALICATAS Y SONDEOS.....	7
10.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA .....	9
11.- ENSAYOS DE LABORATORIO.....	9
12.- DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO .....	10
13.- CONCLUSIONES .....	10
14.- UBICACIÓN DE SONDEOS Y CALICATAS.....	11
APÉNDICE 1. MAPA GEOLÓGICO .....	12
APÉNDICE 2. MAPA GEOTÉCNICO .....	14
APÉNDICE 3. UBICACIÓN DE CALICATAS Y SONDEOS.....	16





## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo se redacta de conformidad y para dar cumplimiento al Artículo 233.3 de la ley 9/2017 de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las directivas del Parlamento Europeo y del consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, donde se indica que “salvo que ello resulte incompatible con la naturaleza de la obra, el proyecto deberá incluir un estudio geotécnico de los terrenos sobre los que esta se va a ejecutar, así como los informes y estudios previos necesarios para la mejor determinación del objeto del contrato”.

## 2. OBJETO

El propósito es la definición de las características geológico-geotécnicas de los terrenos sobre los que la obra, comprendida en el presente Proyecto, se va a ejecutar. En resumen, se trata de determinar las cualidades mecánicas e hidrológicas y las condiciones de excavabilidad y reutilización de los materiales de las zonas afectadas por la obra, así como qué taludes son los más adecuados para las excavaciones.

Definido el área de ubicación y la situación de la misma se ha tomado como base de trabajo el Mapa Geotécnico General “Pontevedra-La Guardia” a escala 1:200.000 y la hoja geológica nº 152. 04-09 “Villagarcía de Arosa” a escala 1:50.000 del MAGNA 50 (2ª serie) editado por el IGME.

Del reconocimiento “in situ” de los terrenos de ubicación, de las muestras de mano obtenidas por la traza y del estudio y análisis de los mapas indicados, se pueden definir las características geológicas generales y el sustrato de los mismos.

## 3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES. ESTRATIGRAFÍA. TECTÓNICA.

Desde un punto de vista geológico general se incluye dentro de la zona Centro Ibérica de la división del Hercínico de la Península que se corresponde con la zona V de MATTE (1968), Galicia Occidental-NO de Portugal.

La región, en su conjunto, ha sido afectada por la orogenia hercínica no existiendo datos sobre ciclos tectónicos o metamórficos anteriores. Con posterioridad a dicha orogenia las perturbaciones tectónicas más evidentes en la zona están afectadas de un carácter de distensión cortical. Los episodios fundamentales de la deformación y el metamorfismo regional hercínico, sus repercusiones y evolución tectónica posterior, se agrupan en las Fases 1 y 2 hercínicas.

Destaca el gran afloramiento de la granodiorita tardía (granito de Caldas de Reyes) en el que se encuentra ubicado un tramo de la conducción de impulsión de la obra (118,32 m), emplazándose entre el “Complejo de Noya” o “Fosa Blastomilonítica” y el dominio migmatítico y de las rocas graníticas o Grupo de Lage.

Está formado por una roca ácida, plutónica y granítica tardihercínica que aparece como granodiorita biotítica tipo Caldas de Reis con anfíbol ( $\gamma\eta^2_{bh}$ ). Se reconoce por sus formas de relieve acusadas muy similar a los granitos, si bien más redondeadas y achatadas dando superficies rugosas, colores rosáceos-verdosos, siempre rodeadas de grandes depósitos granulares procedentes de fenómenos de alteración a los que son muy sensibles, que motivan, en ciertas zonas, la posible aparición de pequeños desprendimientos y corrimientos.

Este granito tardío, emplazado con posterioridad a las fases hercínicas conocidas en esta región, evidencia en zonas una estructura planar de los feldespatos debida al flujo magmático, y está afectado por las fases tardihercínicas de fracturación, presentando un conjunto de fracturas y diaclasas subverticales muy claras, de dirección NO-SE y NE-SO que no afectan su estructura pero que favorecen grandemente su meteorización. Su fractura fomenta tanto su disgregación en bloques como el avance en profundidad de las superficies de alteración.

Normalmente, los bloques, alterados en capas concéntricas, tienen un núcleo relativamente sano con una serie de cubiertas alteradas, incrementándose el estado de alteración de dentro a fuera y a través de la sucesión de envolturas.

En este proceso de alteración interviene el oxígeno, el agua y el anhídrido carbónico. Las cubiertas o envolturas esferoidales resultan de la oxidación e hidratación de minerales silicatados. El agua infiltrada ataca a los bloques a lo largo de sus caras y especialmente por sus aristas y vértices. Esta alteración produce una hinchazón que, en las partes más externas, crea tensiones internas que cuartean la roca a lo largo de superficies curvas, originando un área concéntrica que se irá ampliando hacia el interior. La potencia de alteración alcanza de 8 a 15 m, dando como subproducto unas formaciones muy sueltas.

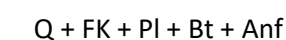
La otra parte de la obra, resto de la conducción de impulsión, depósito de bombeo y canalización de energía, se emplaza en terrenos de llanuras aluviales y fondos de vaguada (Q2Al). Son formaciones superficiales del Cuaternario coluvial y periodo Holoceno constituidas por depósitos sueltos de arenas con arcillas y limos en los que, a menudo, aparecen fracciones lajosas y micáceas que provienen de la denudación y alteración del macizo granítico de Caldas de Reis, y de algunos trozos de esquistos, y que posteriormente, todos ellos, son arrastrados. Por esta razón suele observarse una cierta ordenación granulométrica en sus materiales.

Los metasedimentos que afloran de potentes suelos eluvionares, pudiendo superar los tres metros, son de escaso desarrollo por la exigua longitud de los cauces de los regos Cardín y Saiar, atravesados por la obra proyectada. Dan relieves sensiblemente llanos, con formas de erosión poco acusadas y sin resaltarse apenas las redes naturales de escorrentía.

## 4. CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS. SUSTRATO. PETROLOGÍA.

El plutón de Caldas de Reis es discordante, de emplazamiento epizonal y claramente posttectónico. En la zona de la obra aparece un granito-granodiorita anfibólico, facies porfídica de grano grueso con abundantes enclaves xenolíticos (esquistos, neises y paraanfíbolitas) y granudos más básicos, probablemente cogenéticos.

Presenta una petrografía que se ajusta a:



con circón, apatito, opacos, monacita, esfena, allanita y moscovita accesorios.





El FK es microclina pertítica. La plagioclasa es una oligoclasa ácida con zonado débil normal, a veces oscilatorio. Los accesorios son muy abundantes. El anfíbol verde, pasa a una biotita marrón-verdosa variablemente cloritizada. La transformación hidrotermal en estas rocas puede ser importante afectando a los dos máficos que se cloritizan.

## 5. GEOTECNIA.

### 5.1. OBJETO.

Pretende establecer el comportamiento mecánico del subsuelo en el que se integra la obra, clasificando el terreno y el tratamiento que ha de dársele para que sea utilizable, a partir de factores principales: topografía y morfología, formaciones litológicas, características mecánicas, niveles freáticos y posibilidades de drenaje, y secundarios: climatología, sismología y la existencia o no de recursos naturales para la construcción.

### 5.2. CARACTERÍSTICAS FISCO-GEOGRÁFICAS.

El relieve en la zona se muestra muy plano debido a las llanuras aluviales de los regos de Saiar, afluente del de Cardín, ambos de reducido curso y caudal, y éste del cercano río Umia. Su entorno, en cambio, ofrece una marcada impresión de montuosidad, sucediéndose continuas alomaciones y vaguadas, las cuales presentan un modelado abrupto y de formas redondeadas. Forma parte de las estribaciones occidentales del macizo de Galicia oeste con declives escalonados que alcanzan la costa. El techo de la zona lo constituye el monte Xiabre de 413 m. al noroeste de la misma.

### 5.3. CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA.

La temperatura media anual en la zona es de unos 16º C. Las oscilaciones térmicas son relativamente pequeñas. La humedad relativa media oscila entre el 70 y 75%.

La dirección predominante del viento es de N a SO. Las rachas máximas se dan en los primeros y últimos meses del año, en el resto se mantiene entre flojo y moderado.

En cuanto a las precipitaciones, la zona es muy lluviosa. Prácticamente no se contabilizan heladas.

En resumen, la zona posee un clima templado-húmedo, en el cual los procesos de alteración química son relativamente intensos, mientras que los de erosión física son débiles, teniendo poca influencia en las características morfológicas de la zona. La temperatura y la humedad favorecen la descomposición de la materia y la formación de suelos de alteración. La pluviosidad, que es elevada, no es violenta, por lo que los efectos son pequeños, sin embargo, la acción de alteración es grande, llegando a disgregar grandes masas de roca. La vegetación, caracterizada por tierras de cultivo y bosques de pinos y eucaliptos, favorece la protección de las

acciones erosivas mecánicas, incluso de las físicas de variación de temperatura, que acompañadas de vientos provocan desecaciones superficiales muy intensas.

### 5.4. DIVISIÓN GEOTÉCNICA.

La zona forma parte del macizo galaico formada por rocas graníticas y granitizadas dentro de una única unidad homogénea de primer orden, Región I, y de dos Áreas de segundo orden I1 e I3 que presenta formas de relieve plano con pendientes menores del 7%.

El Área I1, se encuentran ubicadas parte de las redes (zona Sur) así como la depuradora. Esta zona se caracteriza por la formación de depósitos de materiales sueltos, poco consolidados y mostrando una disposición que se inicia, sobre todo en las zonas próximas a los cauces de agua, con unos horizontes oscuros y arcillosos, que van pasando a medida que se gana en profundidad a limosos y arenosos. En el resto, los depósitos son arenosos con inclusiones de cantos angulosos graníticos de pequeño tamaño. La potencia de estos depósitos es muy variable, pudiendo alcanzar hasta los 20 metros.

Únicamente en los bordes de los depósitos se observa cierta pendiente, condicionada al perfil de los valles, donde pueden aparecer deslizamientos a favor de las direcciones topográficas, fenómeno que se acentúa al verse sometidos a cargas no naturales. Se posee, pues, un grado de estabilidad natural favorable, y la zona se considera estable bajo condiciones naturales.

Por lo general, el contenido de materia orgánica es alto, alcanzando valores que oscilan del 2 al 5 por ciento.

En el Área I3, en el que se ubica el resto de los colectores (zona Norte y Oeste), se encuentra la granodiorita, roca ácida que se caracteriza por su alta compacidad, gran resistencia a la erosión, formas de disyunción en bolos, rotura paralelepípedica y potencias muy elevadas.

Apenas presentan recubrimientos. Normalmente, aparecen rodeadas por pequeños taludes de materiales sueltos o bien por rocas aisladas de gran tamaño, si bien, no en gran cantidad.

Sus materiales son, en pequeño, impermeables, presentando, en grande, una cierta permeabilidad ligada a su grado de tectonización. El drenaje superficial está muy favorecido por esta característica, no apareciendo nunca zonas en las que se observen problemas de drenaje o encharcamiento.

Tienen una características mecánicas que oscilan de favorables a muy favorables, admitiendo cualquier tipo de carga sin que se produzcan asentamientos o colapsos, si bien pueden aparecer problemas de desgajamiento en zonas muy tectonizadas y colindantes con formaciones menos competentes.

### 5.5. FENÓMENOS DE ALTERACIÓN.

De lo expuesto se deduce, que las condiciones constructivas del terreno del Área I3 son favorables, si bien se pueden presentar problemas de tipo geomorfológico por la alteración de grandes masas rocosas.

En las rocas eruptivas la alteración se produce, regularmente, de dentro a fuera y a través de una sucesión de envolturas. Esta alteración se da claramente en las granodioritas con una potencia que alcanza entre los 8 y 15 metros dando un subproducto granular muy suelto.



## 5.6. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS.

Las características hidrogeológicas de la zona afectada por los depósitos sueltos, próximos a los regos de Saiar y Cardín, vienen dadas por materiales semipermeables, observándose sobre ellos una red de escorrentía poco marcada, en parte por la topografía y en parte por rodear a las direcciones naturales de drenaje; éste puede considerarse como aceptable, si bien en zonas ligeramente cóncavas y desconectadas de estas direcciones y por la cercanía del valle del Umia con una litología eminentemente arcillosa, pueden surgir problemas de encharcamientos e inundación.

La aparición de niveles acuíferos es normal por la gran horizontalidad existente, encontrándose a poca profundidad, lo que puede dificultar el drenaje por infiltración, y casi siempre con pequeño caudal.

En el Área I3 las condiciones de drenaje superficial están muy favorecidas por la morfología y la impermeabilidad de los materiales, no apareciendo redes de escorrentías marcadas por no existir grandes diferencias litológicas; la erosión diferencial actúa redondeando los materiales y produciendo superficies rugosas pero no creando direcciones preferentes, por lo que no aparecen nunca zonas inundadas; el agua solo se presenta ligada a fenómenos de tectonización y fracturación, con relleno posterior. Puede considerarse bien drenada en superficie con unas condiciones hidrológicas entre aceptables y favorables; en general son materiales impermeables.

## 5.7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.

Entendiendo por tales, aquellas que estén implicadas con la mecánica del suelo y su posterior comportamiento en una actuación constructiva, centrándose en los aspectos de capacidad de carga y posibles asentamientos.

Los terrenos en el Área I1 tienen unas características mecánicas variables, oscilando su capacidad de carga entre media y baja, cuánto más baja al aproximarse a los cauces de los regos de Saiar y de Cardín, punto éste de emplazamiento de la estación de bombeo, existiendo la posibilidad de asentos y pequeños deslizamientos, aumentando cuanto más arcillosa sea su litología.

Por lo general la capa superficial debe ser eliminada, pues su contenido de materia orgánica es muy alto, pudiendo alcanzar hasta un 5%.

Sus condiciones constructivas pueden calificarse de aceptables, aunque en tránsito a desfavorables por razones geomorfológicas, hidrológicas y geotécnicas, propiamente dichas.

Los terrenos del Área I3 poseen capacidades de carga muy altas e inexistencia de asentos; no obstante, las condiciones constructivas son solo aceptables debido a sus características geomorfológicas y geotécnicas, propiamente dichas.

## 5.8. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS.

Conforme al “Mapa de zonas sísmicas generalizado de la Península Ibérica”, existe un grado de intensidad sísmica, en la escala MSK, bajo ( $G \leq VI$ ), por lo que, dado el caso, no deberían producirse efectos dañosos en las construcciones.

## 5.9. DEDUCCIONES GEOTÉCNICAS.

De lo anterior se pueden deducir las condiciones constructivas disponibles, distinguiéndose dos zonas de trabajo, una cuyo sustrato lo forma una granodiorita biotítica tipo Caldas de Reis con anfíbol y, la otra, una llanura aluvial de depósitos sueltos de litología variada en la que predominan las fracciones granulares, y que, ciñéndose a la relativa pequeña zona de terreno de ocupación de la obra, en general, son aceptables y estables bajo condiciones naturales.

En la primera sus características mecánicas admiten cualquier tipo de carga sin problemas de asiento, desde el punto de vista geomorfológico y geotécnico, propiamente dicho. En la segunda, sobre todo en los horizontes superiores, la capacidad de carga es de media a baja, pudiendo aparecer asentos de tipo medio.

Sin embargo, en la primera, se ha de tener en cuenta su morfología desigual y la eventual aparición de potentes áreas de alteración que enmascaran las verdaderas características mecánicas del terreno, debido a sus desiguales capacidades de carga, así como la posible aparición de desmoronamientos de las partes alteradas, por lo que ha de considerarse su aceptabilidad constructiva. Y, en la segunda, estando formada por depósitos sueltos, de deposición reciente, con un elevado porcentaje de materia orgánica, pueden producirse pequeños deslizamientos y formarse áreas de inundación.

Las características hidrológicas de la primera zona definen un drenaje favorable con una escorrentía superficial activa y materiales impermeables. Las de la segunda, con materiales semipermeables, posee unas condiciones de drenaje aceptable, drenadas en superficie y aguas a escasa profundidad; en ésta, perteneciente al dominio geológico de las llanuras aluviales, con el paso de la traza de la conducción y ubicación del depósito de bombeo, habrá de tenerse especial precaución en la ejecución de la zanja y vaciado del terreno, y su acaso entibación.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo con todo ello, se concluye que los terrenos afectados son aptos para la naturaleza de la obra proyectada, con las recomendaciones posteriores.

Prever los lugares de desagüe y agotamiento de las zanjas cuya inundación, por encharcamiento de las aguas superficiales de escorrentía o por acuíferos poco profundos, pueda provocar arrastres y desmoronamientos por lavado de la matriz, así como deficiencias en la correcta colocación y asentamiento de las conducciones, extremando la calidad y ejecución de sus camas de asiento, evitando los puntos irregulares que puedan provocar roturas al proceder al tapado y compactación de la zanja o en su posterior puesta en funcionamiento.



Las paredes de las zanjas se ajustarán, en general, al talud 1H/5V, y las del vaciado para el emplazamiento del depósito de bombeo al 1H/3V. Se atenderá en toda la obra los posibles corrimientos o deslizamientos a favor de las direcciones de tectonización y diaclasamiento. Si se dieran estos casos desfavorables, se procederá a una entibación cuajada.

En los sustratos de llanuras aluviales de depósitos sueltos se extremarán las medidas que eviten los frecuentes deslizamientos en dirección de las pendientes topográficas y los cambios de estabilidad natural favorable a inestabilidad causada por la propia obra. En todos estos casos se procederá a una entibación cuajada de las zanjas.

## 7. ZANJAS. CONSIDERACIONES GENERALES.

### Taludes

Se deberán cuidar al máximo los taludes de las paredes de las zanjas, que serán del 1H/5V para toda la obra, y del 1H/3V para las del vaciado del terreno de ubicación del depósito de bombeo.

### Base de la zanja.

Los anchos mínimos de las bases de las zanjas vendrán dados por la relación A+40; en el caso concreto de tuberías de UPVC de 315 mm el ancho de la base se redondeará a 0.75m.

### Entibaciones.

Cuando no se pueda excavar la zanja con un talud estable y la profundidad esté comprendida entre 1,50-2,00 m, se entibará de forma cuajada. Con profundidades menores, se entibará el borde superior de la zanja (ITOHG-MAT-1/0 ap. 4.2).

### Agotamiento.

Prever los lugares de desagüe y agotamiento de las zanjas cuya inundación, por encharcamiento de las aguas superficiales de escorrentía o por acuíferos poco profundos, pueda provocar arrastres y desmoronamientos, así como deficiencias en la correcta colocación y asentamiento de las conducciones.

### Condiciones constructivas.

Las zanjas se excavarán en sentido ascendente de la pendiente con el fin de dar salida a las aguas por el punto bajo.

Con respecto a los cuidados técnicos se deberá extremar la calidad y ejecución de las camas de asiento de las conducciones, evitando los puntos irregulares que puedan provocar roturas al proceder al tapado y compactación de la zanja o en su posterior puesta en funcionamiento.

## 8. TRAZADO DE LAS CONDUCCIONES.

Se ha recorrido el trazado en el que se instalarán las tuberías, y se ha prestado especial atención en el análisis de las diferentes estructuras geológicas encontradas, en los afloramientos visibles, en los cauces de agua superficiales y en las diferentes superestructuras y pavimentos que se afectan con la obra.

### 8.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PAVIMENTOS Y DE LOS TERRENOS

#### Pavimentos

Todas las trazas de las conducciones se sitúan bajo las superestructuras de caminos públicos por los que discurren.

Dado que todas las tuberías irán ubicadas en zanja es por lo que la unidad de obra "m3 excavación en zanja ....." irá acompañada de otra unidad "m3 demolición de pavimento....." que permitirá cubicar, para posteriormente valorar y gestionar, el material demolido del pavimento en la capa superior de la zanja.

Todos los caminos públicos afectados por las conducciones tienen, independientemente del tipo de firme, un ancho medio entre 5,00 y 6,00 metros.

Los caminos públicos, bajo los que discurren las conducciones, que se encuentran afirmados disponen, en general, de una base granular de unos 15 cm y un pavimento de mezcla bituminosa de unos 5 cm de espesor.

Los materiales a gestionar como residuos solo serán los resultantes de las demoliciones de las mezclas bituminosas del pavimento. Las bases granulares de los pavimentos se las identifica e iguala al material a excavar de la zanja.

#### Terrenos:

Del reconocimiento "in situ" de la traza y de los cortes y afloramientos visualizados del terreno en zonas colindantes a la misma, todo indica que las excavaciones se llevarán a cabo en dos tipos de terreno distintos: uno, en el que se encuentra ubicado el último tramo de la conducción de impulsión (118,32 m), es granodiorita biotítica tipo Caldas de Reis con anfíbol en estado de disgregación, y éste estado de deterioro más cercano, en su graduación, a terrenos de tránsito que a roca, y otro, en el que se emplaza el resto de la conducción de impulsión, depósito de bombeo y canalización de energía, es llanura aluvial y fondos de vaguada.

La potencia de las capas de tierra vegetal o contaminada de los terrenos visualizados no sobrepasa los 20-30 cm. De cualquier modo no es para considerar, pues al discurrir las trazas, en su mayoría, por viales afirmados, habrán sido suprimidas, excepto en la de la canalización de energía que, al discurrir por un camino sin afirmar, habrá de ser retirada y no reutilizada en el relleno de su zanja.

#### Conclusión:

Puede afirmarse que una parte de la excavación se ejecutará en el entorno definido como terreno de tránsito y, la otra, en el de llanuras aluviales de depósitos sueltos, material que deberá ser retirado, no apto para su empleo en rellenos.

En el posterior cuadro resumen se relacionan las características, condiciones y utilidad del tipo de terreno a excavar.



## 8.2. EXCAVABILIDAD.

Todas las tuberías se van a instalar en zanja con una profundidad inferior a los 2,00 m, por lo que ésta se practicará en los niveles edáficos superiores llegando a las aureolas de alteración de los macizos rocosos locales; en estos niveles de terrenos de tránsito la excavabilidad es buena con medios mecánicos convencionales, retroexcavadora media.

En los tránsitos suelo/roca, que conforman las aureolas de alteración del sustrato rocoso, a pesar de mostrar compacidades elevadas e incluso aparecer como bolos más o menos sanos, podrán excavarse con medios mecánicos convencionales, retroexcavadora y martillo picador.

En los terrenos de depósitos sueltos la excavabilidad no presenta ninguna dificultad para los medios mecánicos convencionales.

## 8.3. ESTABILIDAD DE LA ZANJA.

Los horizontes meteóricos poseen una compacidad media-alta, de manera que su estabilidad puede considerarse aceptable, a pesar de que estará condicionada por la disposición de la sombra del diaclasado. En términos generales, se estima que, para las excavaciones temporales y de reducida profundidad, como las proyectadas, el comportamiento será de aceptable a óptimo si se respeta el gradiente tipo proyectado del 1H/5V para los terrenos de tránsito.

Si se atravesara algún entorno donde alternen tramos de roca sana y alterada, podrá optarse por verticalizar la roca hasta 1H/8,5V y su producto de alteración conservarlo con 1H/5V, minimizando así los problemas de estabilidad.

En los terrenos de depósitos sueltos, dadas las reducidas profundidades de las zanjas, entre 1,20 y 1,40 metros, puede estimarse un comportamiento aceptable con el mismo gradiente proyectado para los terrenos de tránsito. No obstante, en la excavación para el emplazamiento del depósito de bombeo en este terreno, dada su profundidad, su estabilidad natural puede verse alterada por la acción de la propia obra, debiendo, si así fuera, proceder a su entibación cuajada.

En todo caso, cuando el terreno, a juicio de la Dirección Facultativa, no ofrezca garantías de estabilidad, además de en profundidades superiores a 2,00 m, se procederá a la entibación de la zanja.

## 8.4. NIVELES FREÁTICOS.

En la zona de los granitos no aparecen encharcamientos, ni zonas húmedas permanentes, ni afloramientos en la traza, ni en los cortes del terreno de las zonas colindantes, que indiquen la existencia de niveles freáticos más o menos superficiales. Puede considerarse bien drenada en superficie con unas condiciones hidrológicas entre aceptables y favorables; en general son materiales impermeables.

Sin embargo, en la zona de llanura aluvial, con materiales semipermeables, y cuanto más próximos a los cauces de los regos de Saiar y de Cardín, pueden surgir problemas de encharcamientos e inundaciones, pues es previsible la aparición de niveles acuíferos a poca profundidad, dificultando el drenaje por infiltración, lo cual, puede provocar arrastres y desmoronamientos, capacidades de carga bajas y posibilidad de asientos y pequeños deslizamientos. En consecuencia, por una parte, si al vaciar el terreno de emplazamiento del depósito de bombeo, con el talud 1H/3V previsto, se observara inestabilidad, se ha de proceder a una entibación cuajada y, por otra, establecer una capa de grava de apoyo que estabilice su asiento y favorezca su drenaje.

No se apreciaron, en la fecha de la toma de datos, cauces discontinuos.

## 8.5. UTILIDAD DE LOS MATERIALES.

Las tierras, producto del arranque de la formación meteórica originada in situ por la alteración del macizo rocoso, así como extraídos de las llanuras aluviales, se estima que poseerán una calidad, a lo sumo, de suelo tolerable, incluso de forma esporádica pueden llegar a ser inadecuados. En consecuencia, no podrán ser empleados en la constitución de rellenos localizados.

El material resultante de excavación en roca y los bolos, más o menos sanos, que puedan aparecer, tendrán una clasificación de no aptos para el relleno de las zanjas, debido fundamentalmente a su tamaño de troceado.

En ambos casos se sustituirán por otros adecuados o seleccionados procedentes de las excavaciones de la propia obra o de préstamos.

Por su parte, los terrenos de tránsito "suelo/roca", que conforman las aureolas de alteración del sustrato rocoso permiten obtener un material clasificado, como mínimo, como suelo adecuado y por ello apto para su reutilización en los rellenos localizados de las zanjas, tras la retirada de los que conforman los pavimentos de los viales.

Se considera muy probable que allí, donde los terrenos de tránsito se extraigan mezclados con fragmentos rocosos, se obtenga del arranque un conjunto cuyas características granulométricas se correspondan con las de un "todo uno", con una calidad de suelo seleccionado/adecuado y utilizable para conformar rellenos.

En las conducciones que se desarrollan por la traza de viales pavimentados no aparecerá montera alguna de tierra vegetal, toda vez que la misma habrá sido reemplazada durante el acondicionamiento de las explanaciones y afirmados de los mismos. Al contrario, en la canalización de energía, que discurre por un camino sin afirmar, habrá de ser retirada, no siendo apta para su empleo en rellenos localizados.

## 9. CALICATAS Y SONDEOS.

Se ha considerado necesario realizar un sondeo para conocer la configuración del suelo en profundidad, en la zona cercana a la que se llevará a cabo el edificio de la EDAR. En ellos se han extraído muestras inalteradas para realizar ensayos en laboratorio y muestras parafinadas para la determinación de densidad seca y su resistencia a compresión simple.





El sondeo se ha realizado con una sonda testiguera clásica Longyear-38, con distintas cabezas de perforación, variables en diámetro y características, según la zona a travesada en cada momento.

Los resultados del sondeo son los siguientes:

TESTIFICACIÓN DE SONDEOS																						
Trabajo		SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN EN SAIAR. CALDAS DE REIS.																				
Sondeo		S1	Profundidad (m)					Fecha	Junio 2021													
X		525631.2127	Y	4715503.2594				Z	21.50													
Profundidad (m)	Litología	Descripción	% Recuperación				Ensayo		SPT (golpes/30cm)													
			0		50		100	Tipo											Profundidad			
									10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
		Depósitos aluviales																				
		Llanura aluvial y fondo de vaguada																				
		Rocas fracturadas con apreciable contenido depósitos aluviales						SPT	0-0,3		7 golpes											
1																						
		Granito tipo Caldas de Reyes con Anfibolitas						SPT	2,4-3		70 golpes											
3																						
		Granito tipo Caldas de Reyes con Anfibolitas						SPT	2,4-3		70 golpes											
4											Rechazo											
5																						
		Fin del sondeo																				

Para el estudio pormenorizado de la variación de materiales con la profundidad, se utilizarán un total de cuatro calicatas. Estas han sido realizadas con retroexcavadora, y en todas ellas se han observado materiales que corresponden a suelos de granito tipo Caldas de Reis con anfibolitas, con mayor o menor alteración, y con una capa de depósitos aluviales típicos en llanuras aluviales y fondos de vaguada.

Los resultados de las calicatas aparecen recogidos a continuación.

TESTIFICACIÓN DE CALICATAS						
Trabajo		SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN EN SAIAR. CALDAS DE REIS.				
Calicata	C-1	Ubicación			Fecha	Junio 2021
X	525929.8065		Y	4717535.2457	Z	86.20
De (m)	A (m)	Material			Excavabilidad	Observaciones
0	0.32	Tierra vegetal con un alto contenido en materia orgánica			Alta	Estabilidad de las paredes buenas
0.32	1.2	Granitos tipo Caldas de Reis fracturadas y alteradas con anfiblitas				
1.2	2.5	Granitos tipo Caldas de Reis anfibolitas				
Nivel Freático:		No se encuentra				
Muestras:						

TESTIFICACIÓN DE CALICATAS							
Trabajo		SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN EN SAIAR. CALDAS DE REIS.					
Calicata	C-2	Ubicación				Fecha	Junio 2021
X	526564.3875		Y	4716948.075		Z	50.00
De (m)	A (m)	Material			Excavabilidad	Observaciones	
0	0.28	Tierra vegetal con un alto contenido en materia orgánica			Alta	Estabilidad de las paredes buenas	
0.28	1.0	Granitos tipo Caldas de Reis fracturadas y alteradas con anfibolitas					
1.0	2.5	Granitos tipo Caldas de Reis anfibolitas					
Nivel Freático:		No se encuentra					
Muestras:							



TESTIFICACIÓN DE CALICATAS						
Trabajo		SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN EN SAIAR. CALDAS DE REIS.				
Calicata	C-3	Ubicación			Fecha	Junio 2021
X	526136.5543		Y	4715776.8034	Z	40.00
De (m)	A (m)	Material			Excavabilidad	Observaciones
0	0.3	Tierra vegetal con un alto contenido en materia orgánica			Alta	Estabilidad de las paredes buenas
0.3	1.4	Granitos tipo Caldas de Reis fracturadas y alteradas con anfíbolitas				
1.4	2.5	Granitos tipo Caldas de Reis anfíbolitas				
Nivel Freático:		No se encuentra				
Muestras:						

Los resultados de un ensayo de penetración dinámica están relacionados con el S.P.T. de forma general según Vanelli-Benassi. Se considera que un nivel ofrece rechazo cuando tras varias andanadas de 100 golpes cada una no se consigue la penetración mínima de 20 cm.

Con los valores obtenidos se confecciona un gráfico en el que se representa en ordenadas crecientes hacia abajo la profundidad en metros a los que se realiza el ensayo y, en abscisas, hacia la derecha, el número de golpes para penetrar cada tramo de 20 cm.

Las cotas y profundidades de rechazo han sido las siguientes:

E.P.D.	Cota de Boca	Cota de Rechazo	Profundidad de rechazo (m)
E.P.D.-1	30	22	8

## 11.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Los testigos obtenidos en sondeos y calicatas son ensayados en laboratorio para determinar los materiales presentes.

Para cada una de las catas se han llevado a cabo ensayos para determinar la granulometría de los suelos y sus características de plasticidad (límites de Atterberg). Además se ha realizado a cada una de las muestras un ensayo Proctor y un CBR, así como análisis de presencia de materia orgánica y carbonatos.

A los sondeos se les ha realizado el ensayo de corte directo con el fin de determinar el ángulo de rozamiento y cohesión del suelo.

Se ha realizado también un “Ensayo de carga con placa” para hallar el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (Ev2), realizando de acuerdo con la NLT-357. Este ensayo es necesario para la caracterización de la explanada según la norma 6.1- IC del 2003.

En los sondeos en los que se ha llegado a sustrato rocoso se han tomado muestras para ensayarlo a compresión simple y así poder conocer la capacidad portante del suelo en el que se pretende cimentar.

Las muestras se han obtenido mediante una extracción por rotación. La normativa aplicada ha sido la NLT-250 “resistencia a compresión simple de probetas de roca”.

A continuación, se adjunta tabla con resumen de datos obtenidos en los ensayos:

## 10.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Los ensayos de penetración dinámica se llevan a cabo con un penetrómetro tipo Borro.

Este ensayo consiste en medir el número de golpes necesarios para hincar 20 cm en el terreno (N20 una puntaza cuadrada de 4x4 cm de sección y ángulo de 90 ° en punta unida en su parte superior por un prisma de igual sección y 20 cm de altura.

Los golpes se aplican dejando caer desde 50 cm de altura una maza de 65 kg. Transmitiéndose la carga del golpe a la puntaza mediante un varillaje enroscable de 32 mm de diámetro.



Muestra		S-1	S-2	S-3	C-1	C-2	C-3	MEDIA
Límites de Átterberg	LL	24.00	28.00	26.00	31.00	21.00	26.00	26.00
	LP	17.00	22.00	15.00	23.00	21.00	19.00	19.00
	IP	9.00	8.00	9.00	7.00	8.00	6.00	8.00
Granulometría	%G	25.00	30.00	28.00	20.00	25.00	27.00	25.00
	%A	52.00	56.00	52.00	60.00	53.00	56.00	54.00
	%F	23.00	24.00	20.00	20.00	22.00	17.00	21.00
E <sub>v2</sub>		130.00	140.00	120.00	110.00	120.00	100.00	120.00
CBR	95%	18.00	20.00	20.00	16.00	21.00	19.00	19.00
	100%	19.00	21.00	21.00	17.00	22.00	20.00	20.00
HINCHAMIENTO	95%	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00
	100%	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00
PROCTOR	W <sub>opt</sub>	12.20	13.20	13.60	13.00	11.10	13.70	13.00
	Y <sub>max</sub>	1.86	1.91	1.90	1.91	1.84	1.89	1.89
%MO		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
%CO <sub>3</sub> Ca		0.19	0.57	0.21	0.97	0.00	0.31	0.42
CORTE DIRECTO	COH	0.36	-	0.35	-	-	-	0.42
	PHI	30°	-	31°	-	-	-	30°
Y <sub>d</sub>		1.80	2.66	1.50	-	-	-	1.99
Muestra		S-1	S-2	S-3	C-1	C-2	C-3	MEDIA

## 12.- DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO

Para la identificación de la tierra vegetal, se ha considerado fundamentalmente el reconocimiento visual durante la excavación de las calicatas. Teniendo además en cuenta que el concepto de tierra vegetal no se ciñe exclusivamente a contenidos en materia orgánica, sino que la tierra vegetal abarca también la zona donde se enraízan las plantas.

Las investigaciones llevadas a cabo para el reconocimiento directo del substrato en el que se desarrollarán las obras que se proyectan han puesto de manifiesto que en la zona de estudio se ha desarrollado un nivel de tierra vegetal que presenta un espesor variable entre 0,28 a 0,32m, siendo la media de estas mediciones 0,30 cm.

Las calicatas han proporcionado datos referentes al espesor de tierra vegetal en cada punto investigado.

En el cuadro siguiente se resumen estos datos.

Calicata	Espesor Tierra Vegetal (m)
C1	0.32
C2	0.28
C3	0.30

En cuanto a las pizarras y las cuarcitas, se concluye de los datos extraídos de los mapas geológico y geotécnico, que tienen una buena capacidad portante, con valores de carga admisibles en torno a los 30 kp/cm<sup>2</sup> y sin prácticamente asentos.

## 13.- CONCLUSIONES

El substrato de la zona está formado por pizarras en su mayor parte por depósitos aluviales en las zonas más próximas a los cauces, y por granitos en las zonas más alejadas. Estos granitos son tipo Caldas de Reis y presentan anfibolitas. Ambos constituyen una zona con una capacidad de cimentación buena y adecuada para el tipo de obra a acometer.

En cuanto al nivel freático, aunque en los ensayos realizados no se ha interceptado, cabe mencionar que no es algo estático, sino que está influenciado por gran cantidad de factores y oscila en función de los mismos (precipitaciones, escorrentía, sistemas de acuíferos conectados, vías preferentes de agua, etc...). Por tanto, la posible presencia del nivel freático cerca de la superficie en estas zonas se debe tener en cuenta a la hora de considerar:

- Empujes hidrostáticos sobre contenciones provisionales
- Subpresión bajo la excavación, en el caso en el que ésta se sitúe bajo el nivel freático.
- Estabilidad de las paredes de excavaciones
- Forma de ejecutar las excavaciones

Las características de la obra proyectada, sin grandes profundidades de zanjas ni movimientos de tierras, ni sollicitaciones que requieran exigentes tensiones admisibles del terreno; a la vista del reconocimiento y muestras del mismo en la traza y alrededores, no se estima necesaria una campaña de ensayos de campo.

No obstante, el Artículo 21 del PPTP “GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA”, determina:

“Si la Dirección de obra estimara necesario la realización de un estudio geotécnico del terreno, los gastos del mismo serán por cuenta del Contratista.”

Además:

- No se estima tierra vegetal en las excavaciones generadas por las zanjas para el alojamiento de las conducciones, excepto en las correspondientes a las de la línea de energía.
- La existencia de pavimentos en los viales por los que discurren las conducciones generan residuos que deberán ser retirados y gestionados (R.D. 105/2008).
- Se adopta una base de zanja de 0,75 m para la tubería de DN/OD 315 mm y a los efectos del cálculo de movimiento de tierras y de reposiciones de firmes.
- El talud de las paredes de la zanja, en cualquiera de las clases de terreno por los que se desarrolla la obra, tránsito y suelos eluvionares, sin entibación, será del 1H/5V. El talud de las paredes de la excavación en el vaciado para el emplazamiento del depósito de bombeo será 1H/3V, sin entibación con terreno estable.
- Ante la previsible aparición de niveles acuíferos a poca profundidad, más probables en la excavación para el vaciado del emplazamiento del depósito de bombeo, se procederá a mejorar su asiento sobre una capa de grava de medio metro de espesor, que alcanzará otro medio metro por encima de la solera, favoreciendo así su drenaje.
- En el caso de aparecer bolos dispersos de material sano en los terrenos de tránsito, no afectará al talud de la zanja del material predominante; estos bolos por su fácil disgregación y excavabilidad se asimilan al terreno de tránsito en el que se ubican. El talud será el aplicado para los terrenos de tránsito (1H/5V). Si no fuera así, el talud para las paredes de la zanja en roca será el de 1H/8,5V.



- Para profundidades de zanja superiores a los 1,50-2,00 m con taludes inestables y bajo el criterio de la Dirección Facultativa, se procederá a una entibación cuajada de la misma; para profundidades menores se entibará sólo la parte superior, aproximadamente 2/3 de la altura.
- En las zanjas en tierras, si fuera el caso, en que se aprecien suelos tolerables, sin niveles freáticos superficiales ni escorrentías, los taludes no se estiman, "a priori", inestables.
- Los terrenos de tránsito y los que contengan roca troceada o mezclada con el terreno de la excavación, son aptos para los rellenos posteriores de la zanja, al estar exentos de materia orgánica, pudiéndose clasificar como suelos adecuados.
- Las zanjas excavadas en tierras, si fuera el caso, cuyo material se haya calificado como tolerable, se rellenarán con materiales adecuados o seleccionados procedentes de la misma excavación o de préstamos (PG-3 art. 332). El material excavado y no utilizado como relleno, se gestionará como residuo.

<i>Tipo de terreno</i>	<b>Excavabilidad</b>	<b>Taludes</b>	<b>Tipo de material en relleno</b>
<i>Terreno de tránsito Suelo / Roca</i>	Medios mecánicos (retro)	1H/5V	Adecuado (apto)

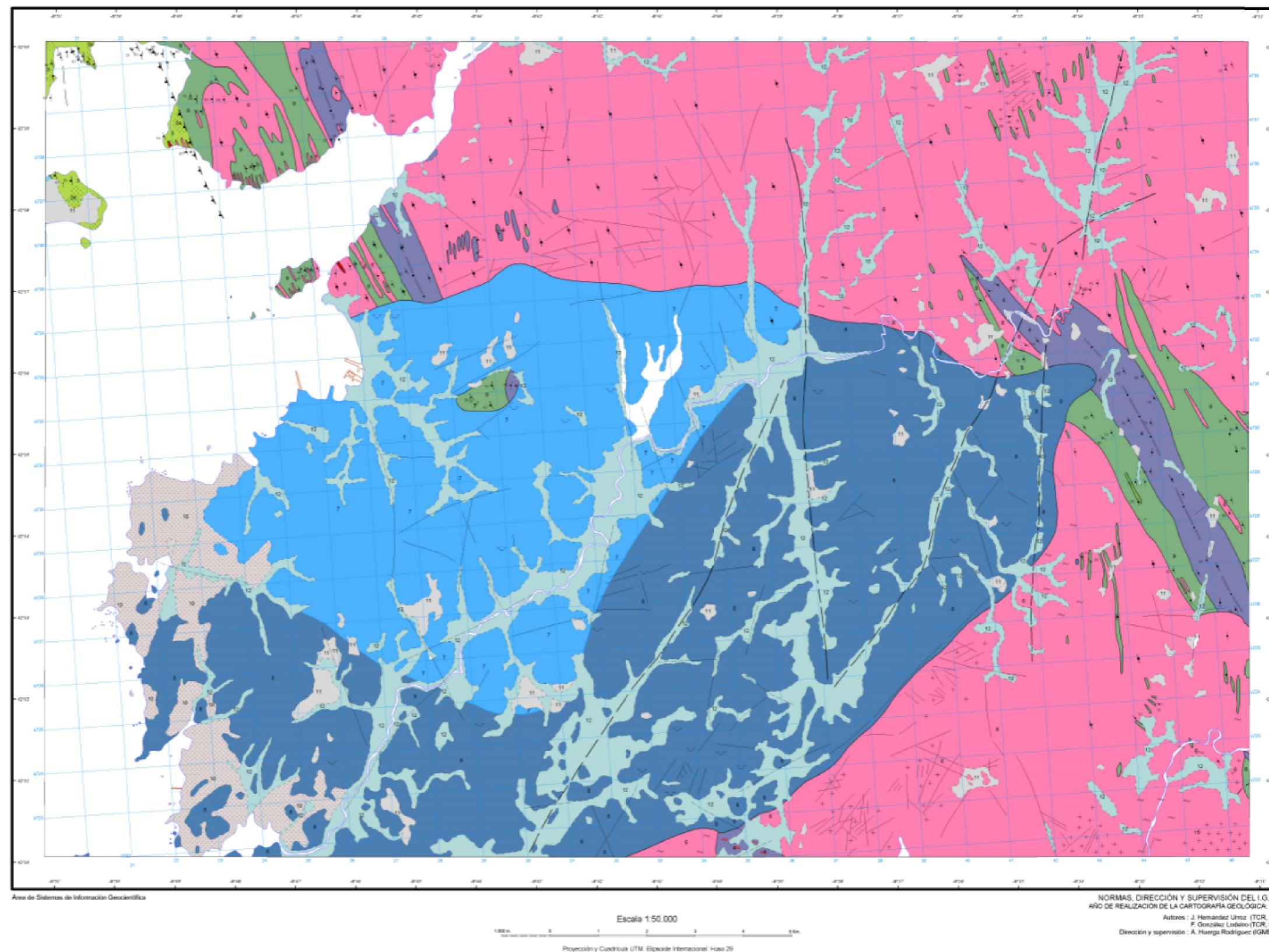
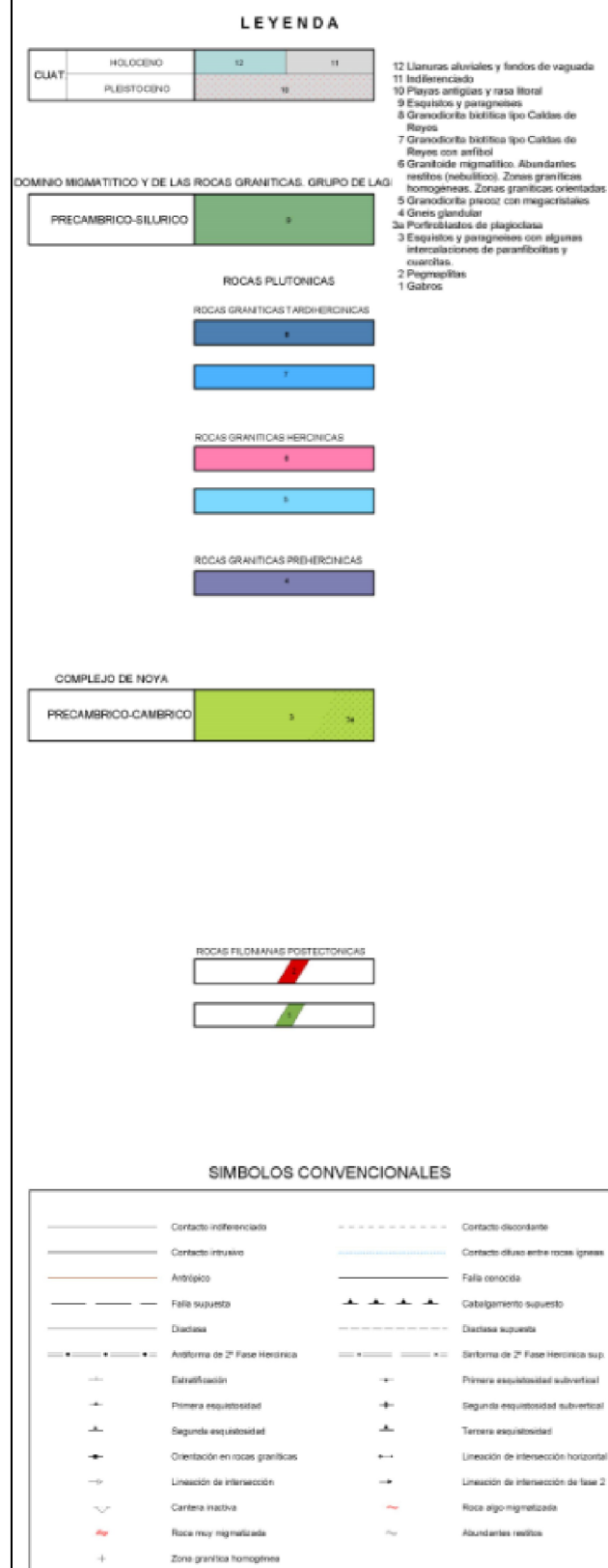
## 14.- UBICACIÓN DE SONDEOS Y CALICATAS


En el apéndice 3 se adjunta el plano correspondiente a ubicación de sondeos y calicatas.





## APÉNDICE 1. MAPA GEOLÓGICO



E.T.S CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA 

TÍTULO PROYECTO FIN DE CARRERA

**Saneamiento y depuración en  
Saiar, Caldas de Reis**

ALUMNO **Agustín Freire González**

FIRMA

*Agustin*

TÍTULO PLANO

**Mapa geológico**

ESCALA **1/10000**

Nº PLANO

FECHA

Jun 2021



## APÉNDICE 2. MAPA GEOTÉCNICO



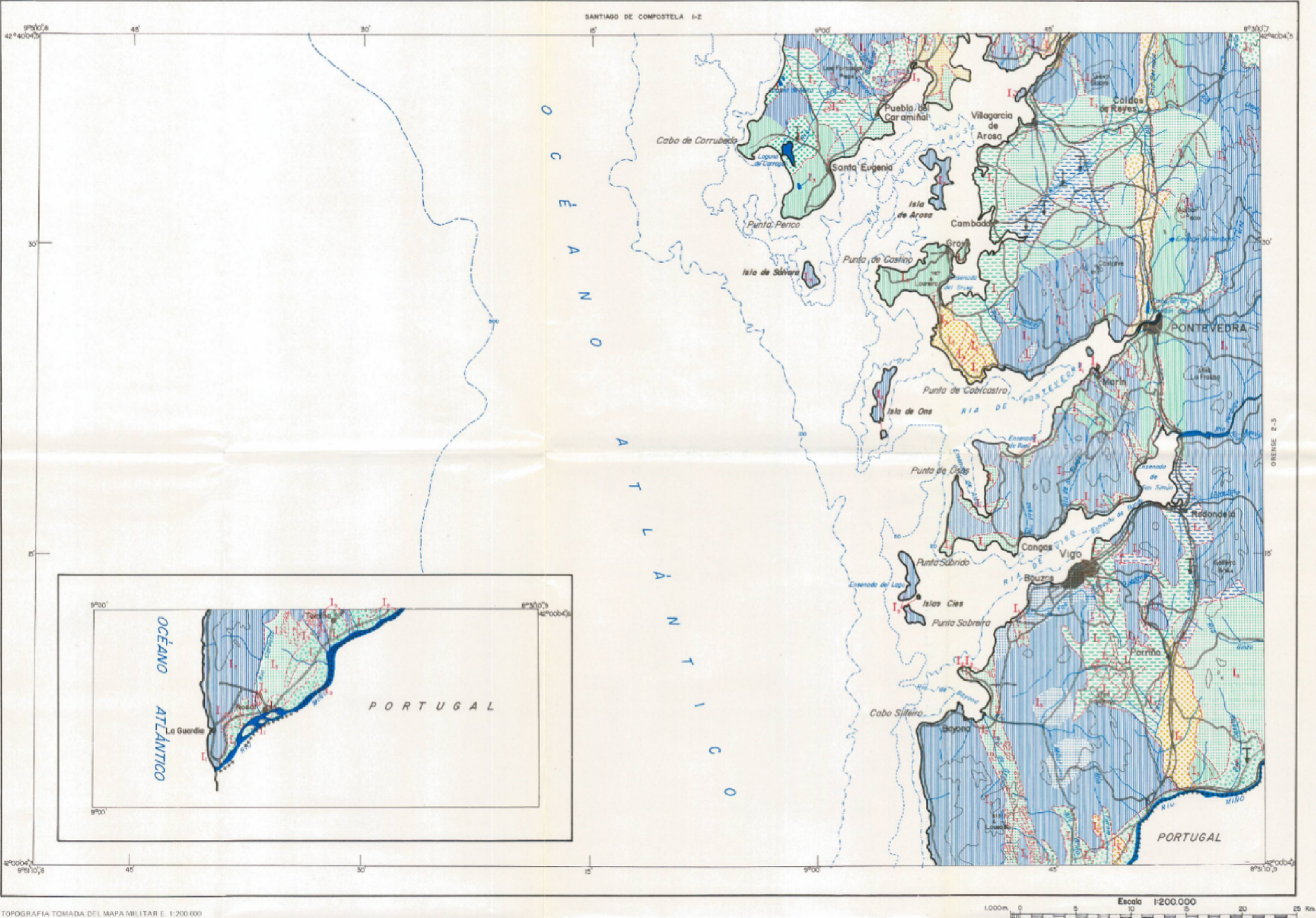


INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL

MAPA DE INTERPRETACION GEOTECNICA

PONTEVEDRA - LA GUARDIA	1-3	/	1-4
	16	/	26



REGION	AREA	CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES
I	FORMAS DE RELIEVE SUAVES	Incluye todos los terrenos de deposición reciente, en depósitos por su origen o su litología, arenoso-granular, presenta intercalaciones y recubrimientos de tipo arcilloso, limoso y micáceo. Su potencia no puede superar los 5 mts. Su morfología es por lo general lisa, dando rasgos alados allí donde afloran las rocas subyacentes. El drenaje es normalmente deficiente en los depósitos de tipo fluvial y coluvial, apareciendo entonces grandes zonas de encharcamiento. Sus características mecánicas son, en general, desfavorables, capacidades de carga bajas y asentamientos importantes dando asimismo problemas de deslizamientos, y en ciertas zonas elevados anchos a esta profundidad.
	AREAS DE ROCAS SANAS	Se incluyen en esta categoría terrenos formados por materiales cuya competencia mecánica es alta, si bien su resistencia a la erosión es de baja a muy baja. Su morfología es por lo general alomada. El área se considera como impermeable, con variaciones locales ligadas a la litología. El drenaje superficial está favorecido, en las zonas de materiales con textura orientada, por su topografía más acusada. Sus características mecánicas son favorables (alta capacidad de carga e inexistencia de asentamientos), si bien pueden aparecer problemas de deslizamientos al coincidir las direcciones de carga, los planos de tectonización y las condiciones topográficas.
	FORMAS DE RELIEVE MODERADAS	Se distribuye dentro del Área anterior, delimitándose allí donde la capa de alteración tenga una potencia tal que modifique el comportamiento de la roca de la que proviene. En general presentan una morfología lisa, lo cual, ligado a su alta impermeabilidad, favorece la aparición de zonas de encharcamiento. Sus características mecánicas oscilan entre acapables y desfavorables (capacidades de carga bajas y asentamientos de gran medida). El elevado porcentaje de esos terrenos en arroyos y ríos, junto al drenaje deficiente y una topografía favorable, da como consecuencia la aparición de corrimientos y deslizamientos, tanto con carga aplicada como sin ella.
	AREAS DE ROCAS ALTÉRADAS	Se incluyen en esta categoría terrenos formados por materiales de alta competencia mecánica y alta resistencia a la erosión. Su morfología es en general muy acusada y con formas redondeadas. Su permeabilidad es pequeña, estando condicionada al sistema de fracturación de la zona. El drenaje superficial está muy favorecido por las elevadas pendientes y el alto grado de tectonización existente. Sus características mecánicas son muy favorables (capacidades de carga alta e inexistencia de asentamientos), si bien, pueden aparecer problemas relacionados con las elevadas pendientes y el alto grado de tectonización.
II	FORMAS DE RELIEVE ACUSADAS	Se distribuye dentro del Área anterior, allí donde por efecto de la tectonización y la alteración química se han formado potentes depósitos de materiales granulares muy coherentes. Sus características mecánicas son favorables, si bien dado su alto contenido en mica y finos pueden dar lugar, por acción del agua, a una disgregación de los mismos. Pueden aparecer problemas relacionados con el distinto comportamiento mecánico de la roca sana y la roca alterada.
	AREAS DE ROCAS ALTÉRADAS	



E.T.S. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TÍTULO PROYECTO FIN DE CARRERA  
Saneamiento y depuración en  
Saiar, Caldas de Reis

ALUMNO Agustín Freire González  
FIRMA

TÍTULO PLANO  
Mapa geotécnico

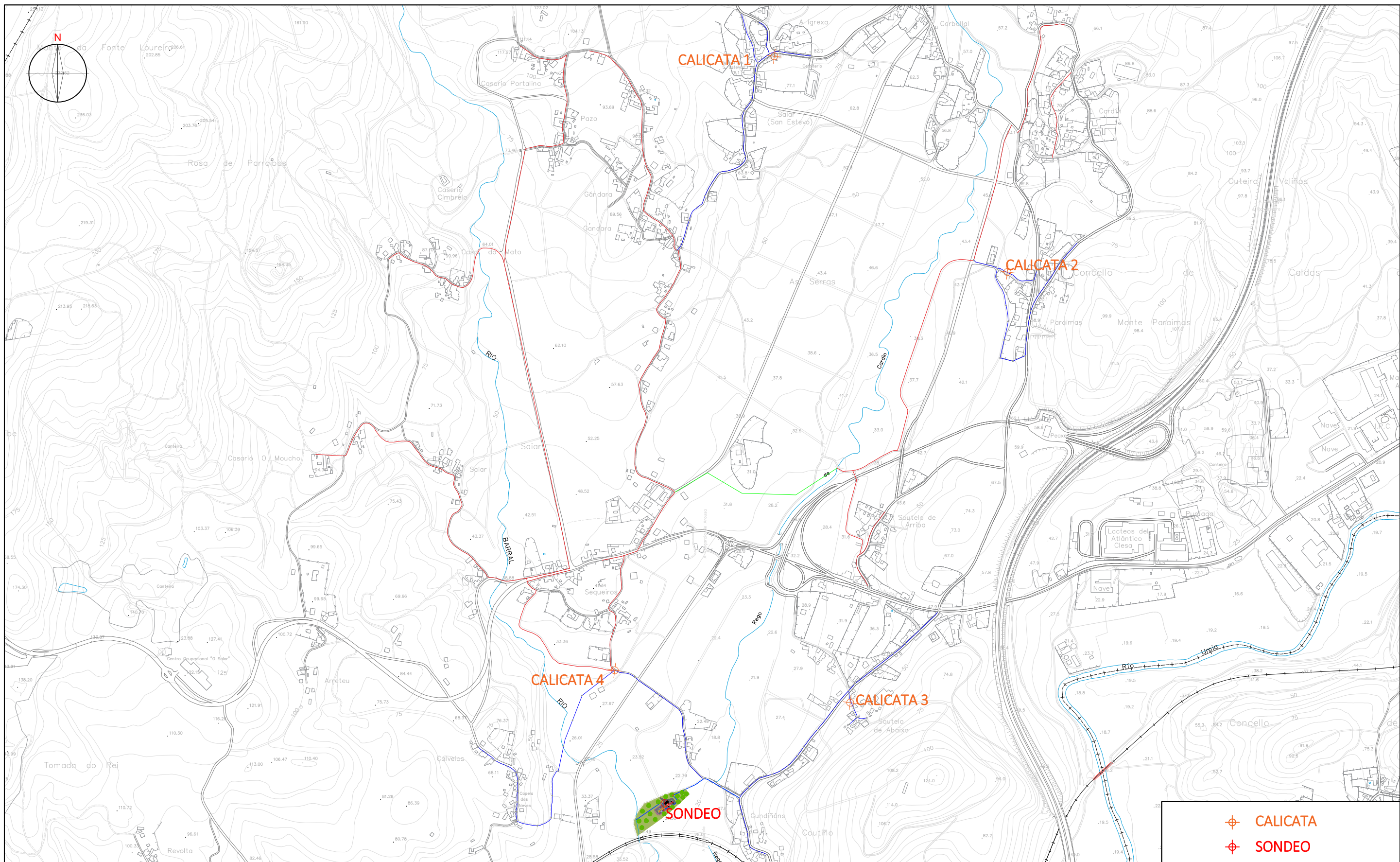
ESCALA 1/10000  
Nº PLANO




FECHA  
Jun 2021





## APÉNDICE 3. UBICACIÓN DE CALICATAS Y SONDEOS



 <p>E.T.S. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p> <p>UNIVERSIDADE DA CORUÑA </p>	<p>TÍTULO PROYECTO FIN DE CARRERA</p> <p><b>Saneamiento y depuración en</b></p> <p><b>Sair, Caldas de Reis</b></p>	<p>ALUMNO <b>Agustín Freire González</b></p> <p>FIRMA </p>	<p>TÍTULO PLANO</p> <p><b>Ubicación de sondeos y</b></p> <p><b>calicatas</b></p>	<p>ESCALA <b>1/10000</b></p> <p>Nº PLANO</p>	<p>FECHA</p> <p><b>Jun 2021</b></p>
--	--	---	--	--	-------------------------------------



## ANEJO 4. DOTACIÓN Y CAUDALES



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	POBLACIÓN.....	3
3.	DOTACIONES .....	4
4.	CAUDALES DE DISEÑO .....	5
4.1.	CAUDAL DIARIO .....	5
4.1.1.	CAUDAL DIARIO MEDIO ANUAL DE ORIGEN URBANO .....	5
4.1.2.	CAUDAL DIARIO PUNTA ESTACIONAL EN EL AÑO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS .....	5
4.1.3.	CAUDAL DIARIO MEDIO ANUAL DE AGUA RESIDUAL POR INFILTRACIÓN .....	6
4.1.4.	CAUDAL DIARIO MEDIO TOTAL .....	6
4.1.5.	CAUDAL DIARIO PUNTA TOTAL EN EL AÑO POR TODOS LOS CONSUMOS .....	6
4.2.	CAUDALES HORARIOS.....	6
4.2.1.	CAUDAL HORARIO PUNTA URBANO EN EL DÍA DE MÁXIMO CONSUMO DEL AÑO .....	6
4.2.2.	CAUDAL HORARIO PUNTA TOTAL .....	7
	APENDICE I: CÁLCULO DE CAUDALES .....	8





## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se realiza el estudio de poblaciones y se calculan los caudales de diseño para el proyecto fin de carrera Saneamiento y depuración en Saiar, Caldas de Reis.

## 2. POBLACIÓN

Para el realizar el estudio de poblaciones se han tomado datos de la página web del Instituto Nacional de Estadística (INE).

Se ha considerado un horizonte de 25 años.

Para estimar la población futura se utilizan los datos de cada núcleo de las parroquias siguiendo el método de las ITOHG'S. En la siguiente tabla se exponen los datos de población de los núcleos desde 2010 a 2019.

Tabla 1.- Poblaciones (según [www.ine.es](http://www.ine.es))

Nombre	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CALVELOS	50	48	47	47	46	45	48	48	46	45
CARBALLAL	56	56	54	53	58	57	58	57	56	56
CARDÍN	97	86	88	89	92	92	93	93	94	93
CASALDOMATO	43	39	38	35	36	35	35	38	37	32
GÁNDARA	100	98	96	96	95	95	85	82	85	85
GUNDIÑANES	45	44	40	39	37	32	31	29	31	29
IGLESIA	68	68	68	64	61	61	61	58	58	56
PARAIMAS	41	44	44	48	46	44	45	45	45	45
PAZO	95	97	97	94	101	101	110	103	97	95
SAYAR	34	28	25	24	24	21	21	21	24	25
SEQUEIROS	136	136	131	129	133	134	129	119	111	114
SOUTELO DE ABAJO	56	56	60	63	64	63	57	56	55	52
SOUTELO DE ARRIBA	60	60	58	61	60	61	60	58	57	56
TOTAL	881	860	846	842	853	841	833	807	796	783

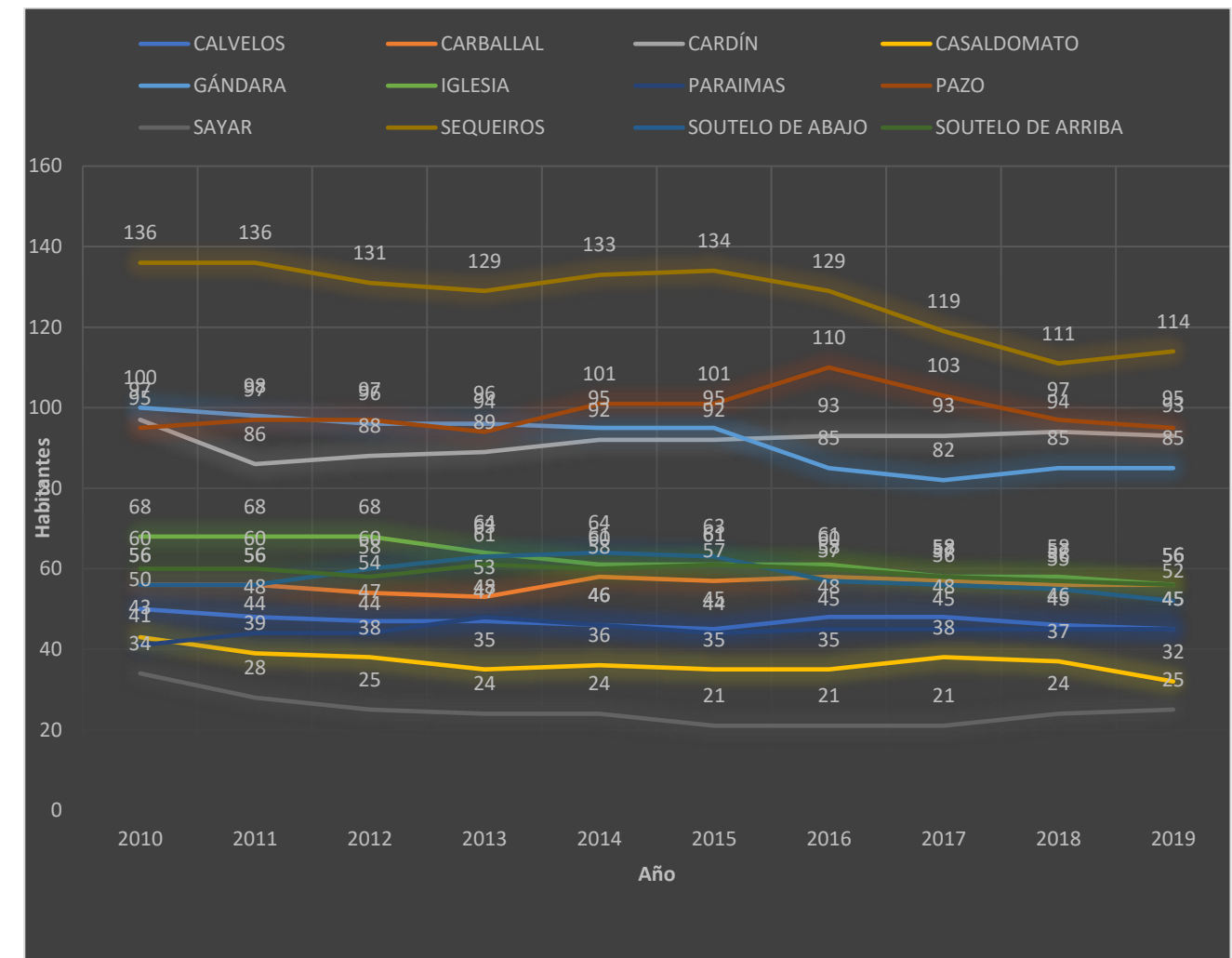


Gráfico 1.- Poblaciones según núcleos y años (fuente [www.ine.es](http://www.ine.es))

El método aritmético se basa en la idea de que el crecimiento es constante por lo que la población evoluciona según una tendencia lineal. Su expresión matemática es la siguiente:

$$P_t = P_0 + K_a * t$$

En donde  $P_t$  es la población futura (habitantes),  $P_0$  es la población actual (habitantes),  $t$  es periodo de tiempo para el que se hace la predicción (años) y  $K_a$  es la tasa de crecimiento aritmético de la población, es decir, el número de habitantes que crece la población cada año.

Con el método de las ITOHG's el valor de la tasa de crecimiento aritmético de la población se obtiene a partir de datos históricos.



Los criterios adoptados para la estimación de la población futura en los años horizonte serán los siguientes, en función de las tendencias mostradas por las poblaciones en los intervalos de años 2010-2014 y 2015-2019:

- Se considerará que los municipios, parroquias, etc. que llevan desde el primer de los tres padrones disminuyendo su población, no van a crecer y, como mucho, la población se mantendrá constante.
- En los municipios, parroquias,... que crecen en los dos períodos (del primero al segundo, y del segundo al tercero), se aplicará el porcentaje mayor de crecimiento anual de las resultantes en cada uno de ellos.
- En los municipios, parroquias,... que únicamente crecen en uno de los períodos (del primero al segundo o del segundo al tercero), se comprobará si la población del año del primer padrón es mayor que la del tercero. Si esto se cumple, se considerará que la población no va a aumentar y por lo tanto se tomará la del tercero. En caso contrario, se aplicará el criterio de los municipios que crecen en las dos etapas.

Así se obtendrían los valores de K<sub>2010-2014</sub> y K<sub>2015-2019</sub> a partir de las fórmulas:

**K<sub>2010-2014</sub>:**

$$P_{2014} = P_{2010} + K_{2010-2014} * 5$$

$$K_{2010-2014} = (P_{2014} - P_{2010})/5$$

**K<sub>2015-2019</sub>:**

$$P_{2019} = P_{2015} + K_{2015-2019} * 5$$

$$K_{2015-2019} = (P_{2019} - P_{2015})/5$$

Siendo:

- P<sub>2010</sub> censo en el año 2010
- P<sub>2014</sub> censo en el año 2014
- P<sub>2015</sub> censo en el año 2015
- P<sub>2019</sub> censo en el año 2019
- K<sub>2010-2014</sub> tasa de crecimiento aritmético de la población entre los años 2010 y 2014
- K<sub>2015-2019</sub> tasa de crecimiento aritmético de la población entre los años 2015 y 2019

**Cálculo de la K<sub>2010-2014</sub>:**

$$K_{2010-2014} = (853 - 881)/5 = -5.6$$

**Cálculo de la K<sub>2015-2019</sub>:**

$$K_{2019-2015} = (783 - 841)/5 = -11.6$$

Se da el caso de que la población decrece en ambos periodos, por lo que se considerará que la población se mantendrá constante.

Para el cálculo de la población estacional, debido a que es una zona con bajo turismo y ausencia de hoteles y casas rurales, se tomará como población estacional un 5% de la población total.

Tabla 2.- Población estacional

Nombre	2019	5%
CALVELOS	45	47,25
CARBALLAL	56	58,8
CARDÍN	93	97,65
CASALDOMATO	32	33,6
GÁNDARA	85	89,25
GUNDIÑANES	29	30,45
IGLESIA	56	58,8
PARAIMAS	45	47,25
PAZO	95	99,75
SAYAR	25	26,25
SEQUEIROS	114	119,7
SOUTELO DE ABAJO	52	54,6
SOUTELO DE ARRIBA	56	58,8
<b>TOTAL</b>	<b>783</b>	<b>823</b>

Por lo tanto, la población de cálculo es **823 hab.**

### 3. DOTACIONES

El cálculo de la demanda de agua se realiza multiplicando el valor de la dotación estimada por el número de habitantes en el año horizonte. Esta dotación estimada integra muchos tipos de consumos: doméstico, comercial, pequeña industria, riego, limpieza del viario, etc.

Las dotaciones son las fijadas por el Plan de Abastecimiento de Galicia y por el Plan Hidrológico de Galicia Costa, considerada como zona de actividad industrial comercial baja, tal y como se muestra en la siguiente tabla extraída de la ITOHG-ABA-1/1.

Tabla 3.- Dotaciones máximas según el plan de abastecimiento de Galicia.

Poboación abastecida polo sistema (municipio, área metropolitana, etc.)	Dotacións máximas (L/hab·día)		
	Actividade industrial comercial		
	Alta	Media	Baixa
< 2.000	210	195	180
De 2.000 a 10.000	270	240	210
De 10.000 a 50.000	300	270	240
De 50.000 a 250.000	350	310	280
> 250.000	410	370	330

Debido a que no existe a penas, ninguna actividad industrial o comercial, se tomará como valor de **dotación máxima 180 L/hab·día**, correspondiente a una población abastecida de menos de 2000 habitantes y una actividad



industrial comercial baja. Podría considerarse que los vecinos de una zona primordialmente rural, si hace uso del agua con fines ganaderos o agrícolas a pequeña escala. Esto es cierto pero se asume que el valor de dotación asociado a menos de 2000 habitantes ya es, suficientemente conservador.

## 4. CAUDALES DE DISEÑO

El cálculo de los caudales se realiza usando la misma metodología que para el cálculo de los caudales de abastecimiento (ITOHG-ABA-1/1) pero teniendo en cuenta las particularidades que son presentadas a continuación:

En el cálculo de los caudales punta urbanos se utiliza la siguiente fórmula para el coeficiente punta horario. Varía el factor inicial respecto a la fórmula utilizada en el consumo; se utiliza 1,6 en lugar de 1,8 para tener en cuenta el efecto de laminación de puntas que se produce en la red de saneamiento:

$$cp_{h,urb} = 1,6 * \left( 1 + \left( \frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right)$$

Siendo:

$QD_{m,urb}$ : caudal diario medio anual de agua residual de origen urbano

$cp_{h,urb}$ : coeficiente punta de variación horaria del caudal de agua urbana a lo largo del día

Se considera un coeficiente de retorno de 0,8; es decir, de toda el agua suministrada para el abastecimiento un 80% se convertirá en agua residual.

- No se consideran retornos del agua abastecida a la ganadería
- Los caudales de infiltración a considerar se calcularán a partir de los caudales medios actuales, obtenidos teniendo en cuenta las siguientes condiciones estimadas:
  - Edad de la red de saneamiento
  - Situación de la rasante del conducto respecto al nivel freático

$$QD_{m,inf} = K * (QD_{m,urb} * cp_{h,urb} + QD_{m,ind})$$

Siendo

- K: coeficiente para estimar la infiltración
- $QD_{m,urb}$ : caudal diario medio anual de agua residual de origen urbano
- $c_{pest,urb}$ : coeficiente punta de variación estacional o diaria de la demanda urbana a lo largo del año
- $QD_{m,ind}$ : caudal diario medio anual de agua residual de origen industrial
- $QD_{m,inf}$ : caudal diario medio anual de agua residual por infiltración

En la siguiente tabla obtenida de la ITOHG-SAN-1/1 se muestra el valor de K en función de la edad de la red y la situación de la rasante del conducto respecto al nivel freático:

Situación de la rasante	Redes nuevas	Redes viejas
Por debajo del NF	0.50	1
Por encima del NF	0.25	0.50

Para quedarnos del lado de la seguridad, se utilizará un **factor de 0.5**, puesto que algunos colectores cruzan bajo ríos, y además algunas redes ya están construidas.

### 4.1. CAUDAL DIARIO

#### 4.1.1. CAUDAL DIARIO MEDIO ANUAL DE ORIGEN URBANO

El caudal diario medio anual de agua residual de origen urbano se calcula con la siguiente fórmula:

$$QD_{m,urb} = 0,8 * D * P$$

Siendo:

- D: dotación
- P: población total
- $QD_{m,urb}$ : caudal diario medio anual de agua residual de origen urbano

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$QD_{m,urb} = 0,8 * 180 \text{ L/habdía} * 823 \text{ hab}$$

$$QD_{m,urb} = 118.512 \frac{m^3}{día} = 1,372 \frac{L}{s} = 4,938 \text{ m}^3/h$$

#### 4.1.2. CAUDAL DIARIO PUNTA ESTACIONAL EN EL AÑO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS

El caudal diario punta estacional de agua residual se calcula con la siguiente fórmula:



$$QD_{p,urb} = QD_{m,urb} * cp_{est,urb}$$

Siendo:

- $QD_{m,urb}$ : caudal diario medio anual de agua residual de origen urbano
- $cp_{est,urb}$ : coeficiente punta de variación estacional o diaria de la demanda urbana a lo largo del año
- $QD_{p,urb}$ : caudal diario punta estacional en el año de aguas residuales urbanas

Se considera un valor de 1,4 para el coeficiente punta de variación estacional

$$QD_{p,urb} = 118.512 \frac{m^3}{día} * 1,4$$

$$QD_{p,urb} = 165.917 \frac{L}{día} = 1,92 \frac{L}{s} = 6,913 m^3/s$$

#### 4.1.3. CAUDAL DIARIO MEDIO ANUAL DE AGUA RESIDUAL POR INFILTRACIÓN

El caudal diario medio anual por infiltración se calcula con la siguiente fórmula:

$$QD_{m,inf} = K * (QD_{m,urb} * cp_{est,urb} + QD_{m,ind})$$

Siendo:

K: coeficiente para estimar la infiltración

- $QD_{m,urb}$ : Caudal diario medio anual de agua residual de origen urbano
- $cp_{est,urb}$ : coeficiente punta de variación estacional o diaria de la demanda urbana a lo largo del año
- $QD_{m,ind}$ : Caudal diario medio anual de agua residual de origen industrial
- $QD_{m,inf}$ : Caudal diario medio anual de agua residual por infiltración

Se considera el valor de 0,55 para el coeficiente K debido a que es una red de nueva construcción y se encuentra por encima del NF. No hay aportación de origen industrial.

$$QD_{m,inf} = 0,5 * (118.512 \frac{L}{día} * 1,4 + 0)$$

$$QD_{m,inf} = 82.95 \frac{m^3}{día} = 0,96 \frac{L}{s} = 3.5 m^3/h$$

#### 4.1.4. CAUDAL DIARIO MEDIO TOTAL

El caudal diario medio total por todos los consumos se calcula con la siguiente fórmula:

$$QD_{m,total} = QD_{m,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,inf}$$

Siendo:

- $QD_{m,urb}$ : caudal diario punta estacional en el año de aguas residuales urbanas
- $QD_{m,ind}$ : caudal diario medio anual de agua residual de origen industrial
- $QD_{m,inf}$ : caudal diario medio anual de agua residual por infiltración
- $QD_{m,total}$ : caudal diario punta total en el año por todos los consumos

Se considera que no hay aportación de origen industrial.

$$QD_{m,total} = 201.47 m^3/día = 2.33 l/s$$

#### 4.1.5. CAUDAL DIARIO PUNTA TOTAL EN EL AÑO POR TODOS LOS CONSUMOS

El caudal diario punta total anual por todos los consumos se calcula con la siguiente fórmula:

$$QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,inf}$$

Siendo:

- $QD_{p,urb}$ : caudal diario punta estacional en el año de aguas residuales urbanas
- $QD_{m,ind}$ : caudal diario medio anual de agua residual de origen industrial
- $QD_{m,inf}$ : caudal diario medio anual de agua residual por infiltración
- $QD_{p,total}$ : caudal diario punta total en el año por todos los consumos

Se considera que no hay aportación de origen industrial.

$$QD_{p,total} = 248.88 m^3/día = 2.88 l/s$$

### 4.2. CAUDALES HORARIOS

#### 4.2.1. CAUDAL HORARIO PUNTA URBANO EN EL DÍA DE MÁXIMO CONSUMO DEL AÑO

$$QH_{p,urb} = QD_{p,urb} * cp_{h,urb}$$

Siendo:

- $QD_{p,total}$ : caudal diario punta estacional en el año de aguas residuales urbanas
- $cp_{h,urb}$ : coeficiente punta de variación horaria del caudal de agua urbana a lo largo del día
- $QH_{p,urb}$ : caudal horario punta urbano de aguas residuales en el día de máximo consumo en el año

Para el cálculo del coeficiente punta se utiliza la siguiente expresión propuesta en las **ITOHG's** que permite estimar la punta horaria a partir del caudal medio anual de una zona de abastecimiento:





$$cp_{h,urb} = 1,6 * \left( 1 + \frac{1}{QD_{m,urb}}^{0,5} \right)$$

Siendo:

- $QD_{m,urb}$ : caudal diario medio anual de agua residual de origen urbano
- $cp_{h,urb}$ : coeficiente punta de variación horaria del caudal de agua urbana a lo largo del día

$$cp_{h,urb} = 1,6 * \left( 1 + \frac{1}{1.37 \frac{L}{s}}^{0,5} \right) = 2,92$$

Y un caudal horario punta urbano de aguas residuales en el día de máximo consumo en el año:

$$QH_{p,urb} = 1.92 \frac{L}{s} * 2,97$$

$$QH_{p,urb} = 5,696 \frac{L}{s} = 492.132,709 \text{ L/d} = 20,506 \text{ m}^3/h$$

#### 4.2.2. CAUDAL HORARIO PUNTA TOTAL

$$QH_{p,total} = QH_{p,urb} + QH_{p,ind} + QH_{p,inf}$$

Siendo:

- $QH_{p,urb}$ : caudal horario punta urbano de aguas residuales en el día de máximo consumo en el año
- $QH_{p,ind}$ : caudal horario punta de aguas residuales industriales
- $QH_{p,inf}$ : caudal horario punta de agua residual por infiltración
- $QH_{p,total}$ : caudal horario punta total

Considerando que no hay aportación de origen industrial ni puntas, estacionales ni durante el día, de la infiltración, entonces  $QH_{p,inf} = QD_{m,inf}$

$$QH_{p,total} = 5,696 \frac{L}{s} + 0 + 0.96 \frac{L}{s}$$

$$QH_{p,total} = 6.66 \text{ L/s} = 24.00 \text{ m}^3/h$$

A continuación se muestra una tabla resumen:

	L/s	L/día	m3/h
<b>TOTAL</b>		823	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	1,3717	118512,0	4,938
<b>QDm,inf</b>	0,480	41479,2	1,728
<b>QDm,tot</b>	1,852	159991,2	6,666
<b>QDp,urb</b>	1,920	165916,8	6,913
<b>QDp,total</b>	2,4004	207396,0	8,642
<b>QH<sub>p</sub> urb</b>	5,696	492132,7	20,506
<b>QH<sub>p</sub>,inf</b>	0,480	41479,2	1,728
<b>QH<sub>p</sub>,tot</b>	6,176	533611,9	22,234

El valor de  $QH_{p,total}$  es el mayor caudal que puede circular por las redes, por lo tanto, se utilizará para dimensionar las tuberías de los distintos núcleos, así como para comprobar que no se superan las velocidades máximas.

Por el contrario, para el caudal mínimo se utilizará el de  $QD_{m,total}$ . En este caso, se utilizará para comprobar que se alcanzan las velocidades mínimas en los conductos de la red de saneamiento.

En el Apéndice I: Cálculo de caudales, de este mismo anejo se incluyen las tablas con los resultados de cada núcleo.



## APENDICE I: CÁLCULO DE CAUDALES

En este apéndice se adjuntan las tablas donde se detallan los cálculos para cada una de los tramos de red de saneamiento.

	L/día	L/s	m³/h
<b>CALVELOS</b>		47	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	6768,00	0,078	0,282
<b>QDm,inf</b>	2368,800	0,027	0,099
<b>QDm,tot</b>	9136,800	0,106	0,381
<b>QDp,urb</b>	9475,200	0,110	0,395
<b>QDp,total</b>	11844,0000	0,137	0,494
<b>QHp urb</b>	69327,355	0,802	2,889
<b>QHp,inf</b>	2368,800	0,027	0,099
<b>QHp,tot</b>	71696,155	0,830	2,987

	L/día	L/s	m³/h
<b>CARDÍN</b>		98	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	14112,00	0,163	0,588
<b>QDm,inf</b>	4939,20	0,057	0,206
<b>QDm,tot</b>	19051,20	0,221	0,794
<b>QDp,urb</b>	19756,80	0,229	0,823
<b>QDp,total</b>	24696,00	0,286	1,029
<b>QHp urb</b>	109827,52	1,271	4,576
<b>QHp,inf</b>	4939,20	0,057	0,206
<b>QHp,tot</b>	114766,72	1,328	4,782

	L/día	L/s	m³/h
<b>GÁNDARA</b>		89	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	12816,00	0,148	0,534
<b>QDm,inf</b>	4485,60	0,052	0,187
<b>QDm,tot</b>	17301,60	0,200	0,721
<b>QDp,urb</b>	17942,40	0,208	0,748
<b>QDp,total</b>	22428,00	0,260	0,935
<b>QHp urb</b>	103246,42	1,195	4,302
<b>QHp,inf</b>	4485,60	0,052	0,187
<b>QHp,tot</b>	107732,02	1,247	4,489

	L/día	L/s	m³/h
<b>IGLESIA</b>		59	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	8496,00	0,098	0,354
<b>QDm,inf</b>	2973,60	0,034	0,124
<b>QDm,tot</b>	11469,60	0,133	0,478
<b>QDp,urb</b>	11894,40	0,138	0,496
<b>QDp,total</b>	14868,00	0,172	0,620
<b>QHp urb</b>	79720,34	0,923	3,322
<b>QHp,inf</b>	2973,60	0,034	0,124
<b>QHp,tot</b>	82693,94	0,957	3,446

	L/día	L/s	m³/h
<b>CARBALLAL</b>		59	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	8496,00	0,098	0,354
<b>QDm,inf</b>	2973,60	0,034	0,124
<b>QDm,tot</b>	11469,60	0,133	0,478
<b>QDp,urb</b>	11894,40	0,138	0,496
<b>QDp,total</b>	14868,00	0,172	0,620
<b>QHp urb</b>	79720,34	0,923	3,322
<b>QHp,inf</b>	2973,60	0,034	0,124
<b>QHp,tot</b>	82693,94	0,957	3,446

	L/día	L/s	m³/h
<b>CASALDOMATO</b>		34	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	4896,00	0,057	0,204
<b>QDm,inf</b>	1713,60	0,020	0,071
<b>QDm,tot</b>	6609,60	0,077	0,275
<b>QDp,urb</b>	6854,40	0,079	0,286
<b>QDp,total</b>	8568,00	0,099	0,357
<b>QHp urb</b>	57037,82	0,660	2,377
<b>QHp,inf</b>	1713,60	0,020	0,071
<b>QHp,tot</b>	58751,42	0,680	2,448



	L/día	L/s	m³/h
<b>GUNDIÑANES</b>		30	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	4320,00	0,050	0,180
<b>QDm,inf</b>	1512,00	0,018	0,063
<b>QDm,tot</b>	5832,00	0,068	0,243
<b>QDp,urb</b>	6048,00	0,070	0,252
<b>QDp,total</b>	7560,00	0,088	0,315
<b>QHp urb</b>	52952,77	0,613	2,206
<b>QHp,inf</b>	1512,00	0,018	0,063
<b>QHp,tot</b>	54464,77	0,630	2,269

	L/día	L/s	m³/h
<b>PARAIMAS</b>		47	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	6768,00	0,078	0,282
<b>QDm,inf</b>	2368,80	0,027	0,099
<b>QDm,tot</b>	9136,80	0,106	0,381
<b>QDp,urb</b>	9475,20	0,110	0,395
<b>QDp,total</b>	11844,00	0,137	0,494
<b>QHp urb</b>	69327,36	0,802	2,889
<b>QHp,inf</b>	2368,80	0,027	0,099
<b>QHp,tot</b>	71696,16	0,830	2,987

	L/día	L/s	m³/h
<b>PAZO</b>		100	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	14400,00	0,167	0,600
<b>QDm,inf</b>	5040,000	0,058	0,210
<b>QDm,tot</b>	19440,000	0,225	0,810
<b>QDp,urb</b>	20160,000	0,233	0,840
<b>QDp,total</b>	25200,0000	0,292	1,050
<b>QHp urb</b>	111266,741	1,288	4,636
<b>QHp,inf</b>	5040,000	0,058	0,210
<b>QHp,tot</b>	116306,741	1,346	4,846

	L/día	L/s	m³/h
<b>SAYAR</b>		26	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	3744,00	0,043	0,156
<b>QDm,inf</b>	1310,400	0,015	0,055
<b>QDm,tot</b>	5054,400	0,059	0,211
<b>QDp,urb</b>	5241,600	0,061	0,218
<b>QDp,total</b>	6552,0000	0,076	0,273
<b>QHp urb</b>	48674,291	0,563	2,028
<b>QHp,inf</b>	1310,400	0,015	0,055
<b>QHp,tot</b>	49984,691	0,579	2,083

	L/día	L/s	m³/h
<b>SEQUEIROS</b>		120	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	17280,00	0,200	0,720
<b>QDm,inf</b>	6048,000	0,070	0,252
<b>QDm,tot</b>	23328,000	0,270	0,972
<b>QDp,urb</b>	24192,000	0,280	1,008
<b>QDp,total</b>	30240,0000	0,350	1,260
<b>QHp urb</b>	125259,130	1,450	5,219
<b>QHp,inf</b>	6048,000	0,070	0,252
<b>QHp,tot</b>	131307,130	1,520	5,471

	L/día	L/s	m³/h
<b>SOUTELO DE ABAJO</b>		55	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	7920,00	0,092	0,330
<b>QDm,inf</b>	2772,000	0,032	0,116
<b>QDm,tot</b>	10692,000	0,124	0,446
<b>QDp,urb</b>	11088,000	0,128	0,462
<b>QDp,total</b>	13860,0000	0,160	0,578
<b>QHp urb</b>	76336,734	0,884	3,181
<b>QHp,inf</b>	2772,000	0,032	0,116
<b>QHp,tot</b>	79108,734	0,916	3,296



	L/día	L/s	m³/h
<b>SOUTELO DE ARRIBA</b>		59	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	8496,00	0,098	0,354
<b>QDm,inf</b>	2973,600	0,034	0,124
<b>QDm,tot</b>	11469,600	0,133	0,478
<b>QDp,urb</b>	11894,400	0,138	0,496
<b>QDp,total</b>	14868,0000	0,172	0,620
<b>QHp urb</b>	79720,342	0,923	3,322
<b>QHp,inf</b>	2973,600	0,034	0,124
<b>QHp,tot</b>	82693,942	0,957	3,446





## ANEJO 5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS



## ÍNDICE

1.	OBJETO DEL PROYECTO .....	3
2.	ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	3
3.	CONDICIONANTES TÉCNICOS .....	3
4.	TIPO DE RED.....	4
5.	DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS .....	5
5.1.	ALTERNATIVA 0 ESTADO ACTUAL.....	5
5.2.	ALTERNATIVA 1.....	5
5.3.	ALTERNATIVA 2.....	5
5.4.	ALTERNATIVA 3.....	5
5.5.	COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	6
5.5.1.	FACTOR AMBIENTAL.....	6
5.5.2.	COMPLEJIDAD TÉCNICA.....	6
5.5.3.	CRITERIO ECONÓMICO .....	7
5.5.4.	VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS .....	8
6.	TRATAMIENTO EN LA EDAR.....	8
6.1.	ÍNDICE DE RIESGO DE IMPACTO .....	8
6.1.1.	VALORACIÓN DE CADA FACTOR AMBIENTAL.....	9
6.1.2.	IMPORTANCIA DE CADA FACTOR .....	9
6.1.3.	CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIESGO DE IMPACTO .....	10
6.2.	OBJETIVO DEL VERTIDO.....	10
6.3.	ÍNDICE DE CAPACIDAD DE ACOGIDA .....	11
7.	RESUMEN DE LA SOLUCIÓN .....	17
	APÉNDICE I: SITUACIÓN ACTUAL.....	18
	APÉNDICE I: ALTERNATIVA 1 .....	20
	APÉNDICE I: ALTERNATIVA 2 .....	22
	APÉNDICE I: ALTERNATIVA 3 .....	24

## 1. OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto “Saneamiento y depuración en Saiar, Caldas de Reis”, surge como continuación al programa de mejoras sanitarias implantado por el Ayuntamiento de Caldas de Reis en la parroquia de Saiar. En la actualidad, la estación depuradora está gestionando los vertidos de las unidades poblacionales de Casaldomato, Saiar, A Gándara, O pazo y Sequeiros situados al oeste de la parroquia de Saiar además de los de Carballal, Cardín y Soutelo de Arriba que se encuentran en el Este. En total, se sirven a 557 habitantes.

Con el objetivo de dotar de infraestructura sanitaria al resto de unidades poblacionales que conforman la parroquia de Saiar y de integrarlos dentro del sistema de depuración, será necesario estudiar los condicionantes técnicos y del área de estudio.

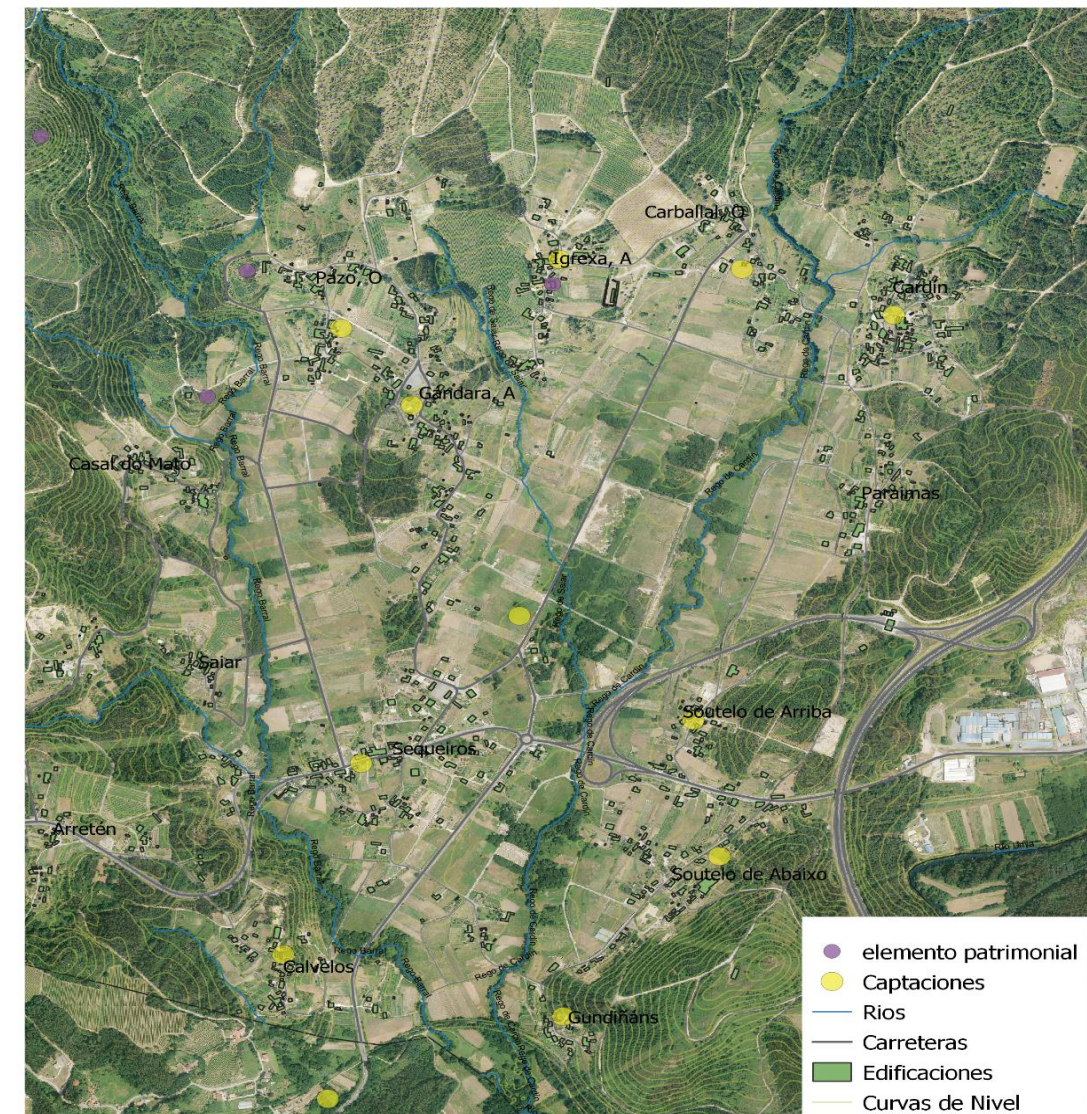
Para definir una solución definitiva el estudio de alternativas se dividirá en las siguientes fases:

- Estudiar el tipo de red
- Emplazamiento de la solución
- Proceso de tratamiento escogido para la EDAR

## 2. ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO

En este apartado, se definirán, fundamentalmente: patrimonio histórico y las infraestructuras existentes en la zona de estudio, así como, las zonas de protección ambiental, la hidrología y las redes de saneamiento existentes.

A continuación, se presenta un mapa de la parroquia de Saiar elaborado mediante un programa de gestión de información geográfica (QGIS) cuyos shapefiles han sido descargados de “Información xeográfica de Galicia” y “Demarcación hidrográfica Galicia-Costa”. La totalidad de las captaciones para abastecimiento humano que aparecen en el mapa son de tipo subterráneo. En cuanto a los elementos patrimoniales existentes, se trata en su mayoría de castros. Cabe destacar, que dentro de la zona de estudio no se encuentra ninguna zona sensible o de especial protección.



## 3. CONDICIONANTES TÉCNICOS

A continuación, se determinan los condicionantes de mayor importancia del diseño de las redes en el plano técnico. Solo se describen aquellos más relevantes.

Los condicionantes técnicos se tomarán de las “Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia – Volumen 2”.

En esta instrucción se definen los valores límite de ciertos parámetros y que se dispondrán en distintas tablas para esquematizar y facilitar su comprensión.

- El diámetro no será inferior a 30 mm y no superior a 4000 mm. Los valores usuales dependiendo de si la red es unitaria o separativa y de los habitantes equivalentes varían entre 150 y 1600 mm.
- Los materiales recomendables son: Plástico (PVC, poliéster y similares), fibrocemento, gres, fundición con recubrimiento de mortero, hormigón armado y pretensado y hormigón vibrocentrifugado.





Tabla 1.- Tabla de apoyos según diámetro (Fuente ITOHG)

Diámetro	Apoyo granular	Apoyo rígido
<500	0,006	0,005
500 a 800	0,004	0,003
900 a 1200	0,0022	0,0015
>1200	0,0020	0,0012

La pendiente mínima se define en función del diámetro de la red y del tipo de apoyo.

Tabla 2.- Velocidades máximas y mínimas en conducciones (Fuente ITOHG)

	Velocidad máxima	Velocidad mínima
	(m/s)	(m/s)
Hormigón o fundición	3,0	0,6
Gres, PVC y similares	6,0	

La pendiente máxima quedará limitada por la velocidad máxima de circulación.

Tabla 3.- Separación máxima entre pozos de registro (Fuente ITOHG)

Diámetro (mm)	Separación máxima entre pozos (m)
<600	80
600 a 1000	100
1000 a 1500	150
>1500	200

La distancia máxima de colocación entre pozos de registro será la que aparece en la tabla pero, también son de obligada colocación en aquellos puntos donde exista un cambio dependiente, diámetro o dirección.

Tabla 4.- Separaciones con otras conducciones (Fuente ITOHG)

Servicio	Separación en planta (cm)	Separación en alzado (cm)
Abastecimiento	100	100
Pluviales	80	30
Gas	50	50
Electricidad-alta	30	30
Electricidad-baja	20	20
Comunicaciones	30	30

## 4. TIPO DE RED

Las redes de saneamiento se dividen en dos tipologías:

**Redes unitarias:** este tipo de red consta en una sola canalización por la que circulan las aguas residuales urbanas y las aguas pluviales durante el tiempo de lluvia, por lo tanto, se mezclan ambos tipos de aguas.

Sus principales ventajas son:

- Su construcción y mantenimiento es más económico, pues sólo existe una red. Las dimensiones son equivalentes a las de la red de pluviales, pues el caudal de residuales tiene poca incidencia en el caudal total.
- El diseño es más simple, al ser solo necesario disponer una red en. Además, se ocupa menos espacio en la vía pública.
- El denominado “efecto corona” (corrosión por la acción del sulfhídrico) es menor, debido a las mayores dimensiones de los conductos que favorecen la ventilación y la auto-limpieza antes citada.

Inconvenientes:

- Diluye concentraciones de contaminación en tiempo de lluvia por lo que las depuradoras no funcionan correctamente, al no estar diseñadas para esas concentraciones bajas.
- El vertido de los aliviaderos es contaminante, especialmente los que se producen en los minutos iniciales. Se puede minimizar sus efectos construyendo tanques de tormenta anti-DSU (Desbordamiento de Sistemas Unitarios), pero es inevitable causar cierta contaminación en el medio receptor y en el medio ambiente.
- Las plantas depuradoras han de prever un sobre-dimensionamiento en el Pretratamiento para poder tratar el exceso de caudal cuando hay lluvias o disponer de algún depósito de regulación. En todos los casos se incrementa el coste de depuración.

**Redes separativas:** la red consta de dos canalizaciones independientes, una que transporta las aguas residuales de origen doméstico, comercial o industrial hasta la estación depuradora y otra que transporta las aguas pluviales hasta el medio receptor, o hasta un sistema de tratamiento previo al vertido.

Ventajas:

- Solo se transporta el caudal de agua residual de tiempo seco hasta la depuradora, lo que disminuye los diámetros de los conductos.
- La depuradora trabaja con unas variaciones de cargas contaminantes mínimas
- El volumen de tratamiento es menor, con el consiguiente ahorro en la explotación y mantenimiento

Inconvenientes:

- El coste del sistema separativo es, como normal general, superior al del sistema unitario, ya que obliga en muchas zonas a doblar los metros lineales de colectores a colocar
- Las redes pluviales pueden producir impactos contaminantes de cierta magnitud, sobre todo durante las primeras lluvias
- Mayor coste de explotación y mantenimiento de la red.





Analizando la zona de actuación observamos que se trata de una zona rural, con una gran cantidad de áreas de prados y bosques lo que implica una gran infiltración e interceptación, esto conlleva a un menor grado de escorrentía y con una menor carga contaminante.

También observamos la dispersión de la población que provoca el incremento del precio de las redes de saneamiento debido al coste lineal de la misma.

Teniendo en cuenta que la red existente ya es separativa, la solución adoptada seguirá la misma línea.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

En este apartado se estudiará cual es la mejor ubicación para las conducciones, así como el emplazamiento más adecuado para la estación depuradora. El objetivo principal del proyecto es conectar al resto de unidades poblacionales de la parroquia de Saiar a la red de alcantarillado. Para ello, se van a analizar cuatro alternativas distintas y en función de una serie de factores se determinará cual es la solución más apropiada.

### 5.1. ALTERNATIVA 0 ESTADO ACTUAL

Esta alternativa baraja la posibilidad de “no actuación”. Actualmente, en la zona de estudio existen unidades poblacionales que se caracterizan por la ausencia de una red de saneamiento, con lo cual, las aguas residuales generadas por estos núcleos son acumuladas en pozos o negros, o bien, vertidas directamente a los cauces fluviales de Saiar.

Esta solución de “no actuación” no se presenta como una alternativa real, pero si como una opción de comparación para determinar si la inversión a realizar es realmente viable bajo criterios económicos y funcionales. En el **apéndice I: Plano alternativa 0** se muestra el mapa con el sistema de alcantarillado actual.

### 5.2. ALTERNATIVA 1

La red de saneamiento de la parroquia de Saiar esta seccionada por las vaguadas de los regos de Cardín y de Saiar. Al oeste los núcleos rurales de Saiar, Casaldomato, A Gándara, O Pazo, Calvelos y Sequeiros y, los de A Igrexa, Paraimas, O Carballal, Cardín, Soutelo de Arriba, Soutelo de abaixo y Gundiñans, al este. Esta primera alternativa consiste en unificar ambos sectores centralizando los caudales de aguas residuales en Sequeiros, ubicación donde se encuentra la EDAR actual. La mayor parte de la red discurre por gravedad, salvo en un punto, que debido a la orografía del terreno será necesario instalar un bombeo. Así, dicha estación de bombeo recibirá los caudales generados por la población de Soutelo de Abaixo y Gundiñans y los impulsará hasta verterlos en el colector principal a la entrada de la EDAR de Sequeiros.

Por lo tanto, la obra que se proyecta comprende la incorporación de A Igrexa, Paraimas, Calvelos, Soutelo de Abaixo y Gundiñans a la red existente por gravedad, una estación de bombeo, una impulsión y una nueva EDAR.

En el **apéndice I: Plano alternativa 1** se muestra un plano de la solución más detallada con los elementos principales de la obra.

En la siguiente tabla se resumen las características principales de esta alternativa.

Tabla 5.- Características de la alternativa 1

ALTERNATIVAS	CONFIGURACIÓN	CARACTERÍSTICA DE LAS INFRAESTRUCTURAS
ALTERNATIVA 1	EDAR SEQUEIROS	H-E 823
	Bombeo Gundiñans - Sequeiros	H-E 85/ Hgeo=11 m
	red en impulsión (m)	L= 444,37
	red en gravedad (m)	L=3696,38

### 5.3. ALTERNATIVA 2

Esta alternativa persigue el mismo objetivo que la anterior, unificando todo el flujo de agua residual en una EDAR situada al suroeste de Gundiñans. La incorporación de los núcleos a la red existente se hace de manera idéntica a la alternativa 1, la única diferencia es la prolongación del colector principal de Sequeiros situado a la entrada de la depuradora. Dicho colector, que reúne los caudales generados por 11 unidades poblacionales, discurrirá por gravedad a través de la misma traza que se proyectó para la impulsión.

Por lo tanto, la obra que se proyecta comprende la inclusión a la red de los núcleos anteriormente mencionados, la prolongación del colector principal de Sequeiros por gravedad y una nueva EDAR en Gundiñans.

En el **apéndice I: Plano alternativa 2** se muestra un plano de la solución más detallada con los elementos principales de la obra.

En la siguiente tabla se resumen las características principales de esta alternativa.

Tabla 6.- Características de la alternativa 2

ALTERNATIVAS	CONFIGURACIÓN	CARACTERÍSTICA DE LAS INFRAESTRUCTURAS
ALTERNATIVA 2	EDAR EN GUNDIÑANS	H-E 823
	conducción por gravedad (m)	L=3984,48

### 5.4. ALTERNATIVA 3

Esta última alternativa plantea la construcción de dos EDARS. Esta opción pretende independizar un pequeño sector de Saiar, construyendo una pequeña depuradora para los núcleos de Soutelo de Abaixo y Gundiñans en la



misma ubicación que la Alternativa 2. La otra EDAR situada en Sequeiros gestionará los caudales vertidos por el resto de las unidades poblacionales. Toda la red es por gravedad.

Esta alternativa conlleva una notable reducción del metro lineal de tubería pero como contrapunto, dos depuradoras suponen un aumento del gasto en mantenimiento además de un mayor impacto paisajístico en el medio.

En el **apéndice I: Plano alternativa 3** se muestra un plano de la solución más detallada con los elementos principales de la obra.

En la siguiente tabla se resumen las características principales de esta alternativa.

Tabla 7.- Características de la alternativa 3

ALTERNATIVAS	CONFIGURACIÓN	CARACTERÍSTICA DE LAS INFRAESTRUCTURAS
ALTERNATIVA 3	EDAR SEQUEIROS	H-E 738
	EDAR GUNDIÑANS	H-E 85
	conducción gravedad (300 mm)	L=3559,32

## 5.5. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este apartado, se podrece a la elección de una de las alternativas en función de los siguientes criterios: ambiental, complejidad técnica y económico.

Para cada alternativa, cada uno de estos factores obtendrá un valor único similar al de una puntuación. Para poder equiparar cada factor, será necesario pasarlos a una unidad común. Esto se consigue mediante funciones de transformación. Los valores una vez transformados se puntuarán entre 0 y 1. En apartados siguientes se detallan los criterios y su estructura interna de factores a valorar.

### 5.5.1. FACTOR AMBIENTAL

El factor ambiental se calcula, solamente, en función de los habitantes que se pueden conectar. Con objetivo de contabilizarlo en el sistema de puntuación, se propone una función de transformación de tipo lineal, es decir, que la puntuación aumenta en función del número de habitantes conectados a la red. En este caso, todas las alternativas obtendrán el máximo puntaje ya que conectan al mismo número de habitantes a la red.

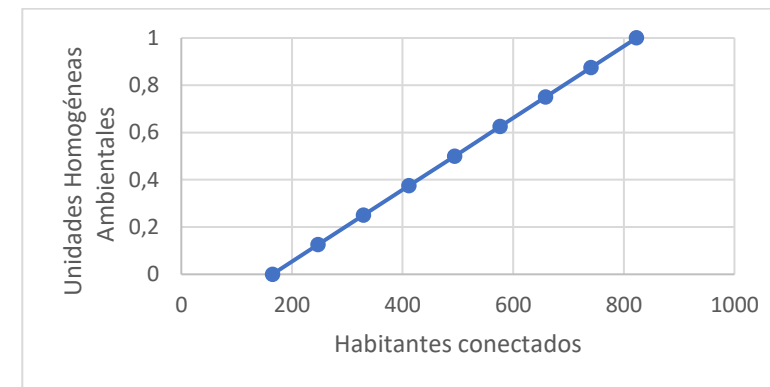


Gráfico 1.- Unidades ambientales homogéneas

La puntuación en Unidades Homogéneas Ambientales (UHA) sería máxima en caso de que todos los habitantes pudiesen conectarse a la red y mínima en caso de que tan solo se abastezca al 20% de la población.

Tabla 8.- Unidades Homogéneas Ambientales por Alternativa

	Habitantes	UHA
Alternativa 1	823	1
Alternativa 2	823	1
Alternativa 3	823	1

### 5.5.2. COMPLEJIDAD TÉCNICA

En el apartado de complejidad técnica se tienen en cuenta tres factores: el número total de metros lineales de colectores, el número de EDARS y la existencia de bombeos.

En la obtención de las unidades homogéneas técnicas (UHT) del factor de longitud de colectores se utiliza el siguiente método, cuantos más metros de colectores haya peor será la solución. En este factor no se distingue si las conducciones son por gravedad o impulsión. La relación propuesta es la siguiente:

$$UHT = 1 - \frac{Longitud(alternativa\ x)}{Longitud(alternativa\ 1)}$$

En la alternativa 1 se incluye un bombeo. Esto se debe tener en cuenta como un factor de complejidad añadido. Se propone dar 1 punto a las alternativas 2 y 3, y 0.5 a la 1.

En la alternativa 3 se proyectan 2 EDAR's en lugar de 1. Esto debe tenerse en cuenta, a la vez que el tamaño y los procesos no serán iguales a los de la EDAR principal. Se propone, a falta de más información, darles 1 punto a las alternativas 1 y 2, y 0.65 a la 3.

En el reparto de pesos asociados a cada factor se otorga una mayor importancia a la longitud total de conducciones, ya que este representa la mayor parte de la obra. El reparto sería el siguiente:



Tabla 9.- Reparto de pesos

	Peso
Metros lineales de colectores	65%
Número de EDARS	25%
Bombeos	10%

Tabla 10.- UHT por alternativa

	Longitud colectores	UHT	EDARS	UHT	Bombeos	UHT
Alternativa 1	4140,75	0	1	1	1	0,5
Alternativa 2	3984,48	0,0377	1	1	0	1
Alternativa 3	3559,32	0,1404	2	0,65	0	1

### 5.5.3. CRITERIO ECONÓMICO

Este factor se divide en dos componentes, el coste de inversión y el de explotación. Los costes en este apartado se hacen a gran escala y solo con objetivo de comparar las alternativas. Para calcular los costes de construcción de las EDARS se van a seguir las “Directrices de saneamiento en medio rural de Galicia”, en ellas utilizan la gráfica que aparece a continuación:

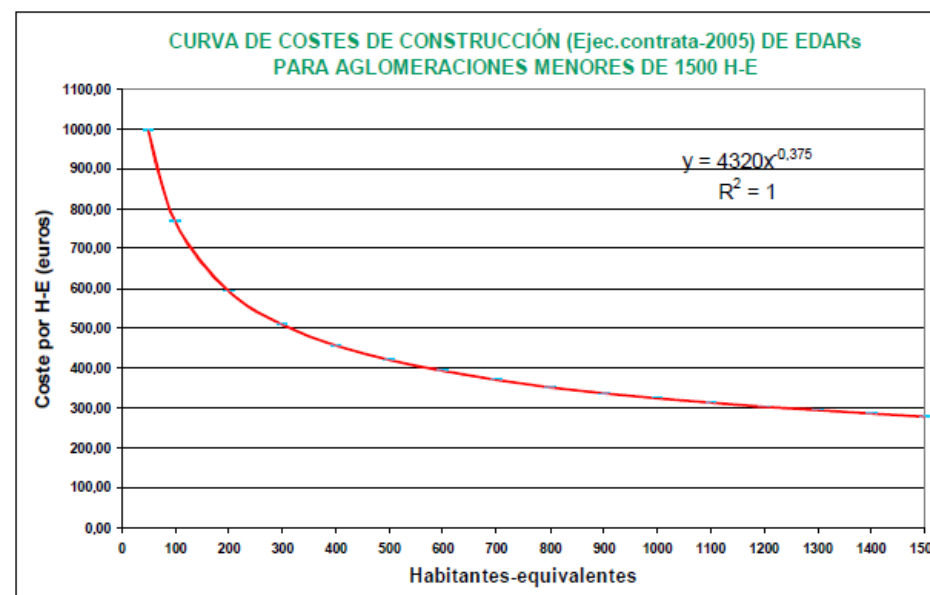


Ilustración 1.- Curva de costes para construcción de EDAR

Se va a considerar como valor aproximado el precio de 149 € por metro lineal para las tuberías por gravedad y de 97 € el metro lineal para las de impulsión.

En cuanto al bombeo se barajan los siguientes rangos de costes aproximados:

- Bombas y equipos electromecánicos: 25.000,00 – 30.000,00 euros
- Cámara húmeda de hormigón in situ: 9.000,00 – 12.000,00 euros

Para mayor simplicidad, los costes de explotación supondrán un 5% de los costes de inversión asociados a cada alternativa.

Tabla 11.- Costes de inversión y explotación por cada alternativa

ALTERNATIVA	CONFIGURACIÓN	CARACTERÍSTICAS INFRAESTRUCTURA	€/ H-E y €/ml	TOTAL	Costes inversión €	Costes explotación €
ALTERNATIVA 1	EDAR SEQUEIROS	H-E 823	349	287.227,00 €	922.999,00 €	46.149,95 €
	Bombeo Gundiñans - Sequeiros	H-E 85/ Hgeo=11		42.000,00 €		
	conducción impulsión (m)	L= 444,37	97	43.068,00 €		
	conducción gravedad (m)	L=3696,38	149	550.704,00 €		
			TOTAL	922.999,00 €		
ALTERNATIVA 2	EDAR GUNDIÑANS	H-E 823	349	287.227,00 €	880.843,00 €	44.042,15 €
	conducción gravedad (m)	L=3984,48	149	593.616,00 €		
			TOTAL	880.843,00 €		
ALTERNATIVA 3	EDAR SEQUEIROS	H-E 738	363	298.749,00 €	898.485,00 €	44.924,25 €
	EDAR GUNDIÑANS	H-E 85	817	69.445,00 €		
	conducción gravedad (m)	L=3559,32	149	530.291,00 €		
			TOTAL	898.485,00 €		

Para obtener las unidades homogéneas técnicas (UHT) se sigue el mismo método utilizado en la homogenización de los colectores:

$$UHT = 1 - \frac{\text{Coste(alternativa x)}}{\text{Coste(alternativa 1)}}$$

Y lo mismo para los costes de explotación.



Tabla 12.- UHT según costes de inversión y explotación

ALTERNATIVAS	Costes inversión €	UHT	Costes explotación €	UHT
ALTERNATIVA 1	922.999,00 €	0,000	46.149,95 €	0,000
ALTERNATIVA 2	880.843,00 €	0,046	44.042,15 €	0,046
ALTERNATIVA 3	898.485,00 €	0,027	44.924,25 €	0,027

Los pesos se reparten de manera equitativa, tal y como figura en la siguiente tabla:

Tabla 13.- Pesos para costes de inversión y explotación

Peso	
Costes de inversión	50%
Costes de explotación	50%

#### 5.5.4. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Se ha elaborado una tabla con los resultados homogeneizados y ponderados de cada alternativa. Las puntuaciones obtenidas se presentan a continuación:

Tabla 14.- Resultados homogeneizados por alternativa

	Habitantes	m. Colector	EDARS	Bombeo	Coste inversión	Coste Explotación	Total
PESO	100%	65%	25%	10%	50%	50%	
Alternativa 1	1	0,0000	1	0,5	0	0	1,3
Alternativa 2	1	0,0377	1	1	0,046	0,046	1,421
Alternativa 3	1	0,1404	0,65	1	0,027	0,027	1,381

Se comprueba que la mejor puntuación corresponde a la alternativa 2. Sectorizar la zona en dos EDARS, una de ellas solo sanearía el caudal de 85 habitantes, no resulta económico. El hecho de que toda la red funcione por gravedad, eliminando impulsiones, también conlleva una disminución de los gastos de explotación. Haciendo un cómputo general de los factores ambiental, técnico y económico resulta la mejor opción.

## 6. TRATAMIENTO EN LA EDAR

Para la obtención del método de tratamiento más adecuado de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de la zona de proyecto se van a seguir las "Directrices de Saneamiento en el Medio Rural de Galicia". Esta metodología fue concebida para poblaciones rurales de menos de 1000 habitantes. El método consta de 3 procesos principales:

el cálculo del IRI (Índice de Riesgo de impacto), del objetivo de vertido (OV) y del ICA (Índice de Capacidad de acogida).

### 6.1. INDICE DE RIESGO DE IMPACTO

El IRI trata de integrar las variables que definen y caracterizan a un medio acuático natural (factores ambientales) con las variables intrínsecas a la aglomeración (fundamentalmente habitantes equivalentes, que condicionan el caudal y la contaminación). Se trata, en definitiva, de realizar un análisis ambiental territorial que de una visión completa de la complejidad del medio acuático receptor. Los factores ambientales que caracterizan el medio acuático receptor van a condicionar de forma directa el tipo de tratamiento a realizar.

La política y gestión actual del agua, dictada por la Directiva Marco, se basa en la protección absoluta del medio natural, incluso en la recuperación de los sistemas acuáticos que soportan presiones que los han alejado de su estado natural, que los han modificado.

Las depuradoras de aguas residuales son según la Directiva Marco del Agua, presiones sobre el medio, que en función de las características del mismo y que pueden generar impactos significativos. La capacidad de asimilar un vertido por parte de un medio receptor depende, por una parte, de factores físicos, tales como si se trata de una corriente de agua o de una masa de agua embalsada, de la relación entre el caudal de la corriente receptora y el caudal del vertido, de la contaminación ya existente en el medio natural, de la velocidad y turbulencia del flujo, etc.

Por otro lado, también es necesario considerar la calidad de los ecosistemas acuáticos, tradicionalmente medida a partir del tipo de vida piscícola existente, y por la aparición de figuras administrativas de protección. Finalmente, es necesario tener en cuenta los usos que por parte del hombre se realizan en el medio: captación de agua para abastecimiento, baño, cultivos piscícolas, etc. Con el fin de limitar las presiones en determinadas zonas del medio natural la DMA estableció la obligación de definir "áreas protegidas" en cada demarcación hidrográfica.

Es preciso también analizar la relación de dilución, es decir, la relación entre el caudal circulante por el río y el caudal del vertido, un ratio fundamental para valorar el impacto. Teniendo en cuenta que el vertido de agua residual a una masa de agua natural va a provocar un impacto inevitable, el objetivo es alcanzar una calidad de agua suficiente como para que no se vea afectado significativamente, porque conseguir la misma que la del agua circulante por el río supondría un coste inasumible, tanto de implantación como de explotación. Para conocer la relación se precisa obtener el caudal de vertido de la EDAR y el del río en el que se realiza el vertido. El de la EDAR se puede calcular sin mayor dificultad. El valor de caudal mínimo utilizado será de 0.038 m<sup>3</sup>/s, es decir, 38 l/s, que se corresponde con el caudal medio del mes más seco para el año más seco con un periodo de retorno de 20 años.

La metodología seguida para elaborar el ÍNDICE DE RIESGO DE IMPACTO es la que también se utiliza en la elaboración de estudios de impacto ambiental, en los que es preciso agregar y valorar impactos de factores ambientales muy diferentes, y en los índices de calidad de aguas, como por ejemplo el norteamericano "Water Quality Index" o el español "Índice de Calidad de Aguas", ICA, utilizado por el Ministerio de Medio Ambiente.

La metodología debe ser capaz de integrar la influencia que cada vertido de efluente de EDAR tiene sobre los factores ambientales identificados aguas abajo. Para integrar toda la información disponible surgen dos problemas: el primero es que cada variable o factor que se intenta integrar tiene una forma de medida, una





magnitud, o de condicionamiento sobre el efluente de la EDAR diferente; el segundo es que la importancia de cada uno de los factores es diferente. El resultado final debe ser un solo número que permita ordenar y priorizar las actuaciones. Esto se resuelve de la siguiente forma:

### 6.1.1. VALORACIÓN DE CADA FACTOR AMBIENTAL

Se trata de asignar una magnitud a cada factor. En el caso de la mayoría de ellos, la escala de valoración utilizada ha sido la distancia al factor ambiental con posible afección. Las otras escalas de valoración utilizadas en la elaboración de IRI ha sido el tamaño de la aglomeración, medida mediante los habitantes equivalentes, y la relación de dilución (he/caudal de estiaje).

Por ello, de nuevo es preciso aplicar las funciones de transformación para calcular el IRI en función de la distancia del vertido a la zona de impacto, y de la relación de dilución. La función de transformación utilizada para considerar la influencia de un vertido aguas abajo ha sido una función exponencial decreciente; es decir, que cuanto más lejana está la zona de afección menos probabilidad de ser impactada presenta. Este tipo de funciones son las que se utilizan habitualmente para describir la degradación de la DBO, la contaminación bacteriológica o los sólidos en suspensión, aguas abajo de un vertido. Se propone la siguiente:

$$\text{Valor de riesgo de impacto} = e^{-0.0009 \cdot d}$$

Donde el riesgo de impacto se valora entre 0 y 1, y “d” es la distancia en metros entre el vertido de la EDAR y el factor ambiental afectado.

Cuando el vertido se realiza directamente sobre el factor ambiental el valor de riesgo de impacto es 1, mientras que cuando el vertido está a una distancia mayor de 5000 metros (valor tomado de las “Directrices de Saneamiento en el Medio Rural de Galicia”) de la zona de impacto el valor que se obtiene es 0. Gráficamente, se ve de la siguiente manera:

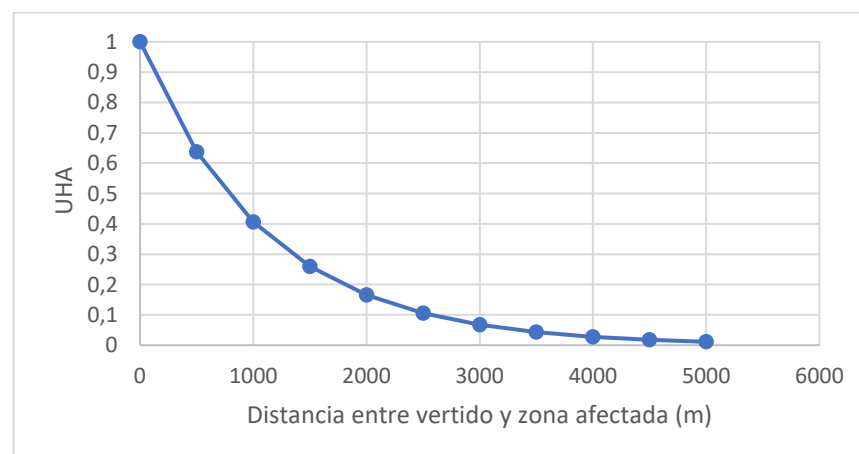


Gráfico 2.- UHA por distancia entre vertido y zona afectada

El valor del riesgo impacto ambiental comienza en 1 para aquellos vertidos que se realizan directamente en la zona de importancia ambiental y decrece a medida que la distancia crece hasta llega a prácticamente 0 pasados los 5 km.

Para la relación de dilución se utiliza la función parabólica:

$$\text{Valor de riesgo de impacto} = 0.000179 \cdot RD^2$$

Siendo RD la relación de dilución medida en porcentaje. En la siguiente imagen se ve cómo evoluciona gráficamente:

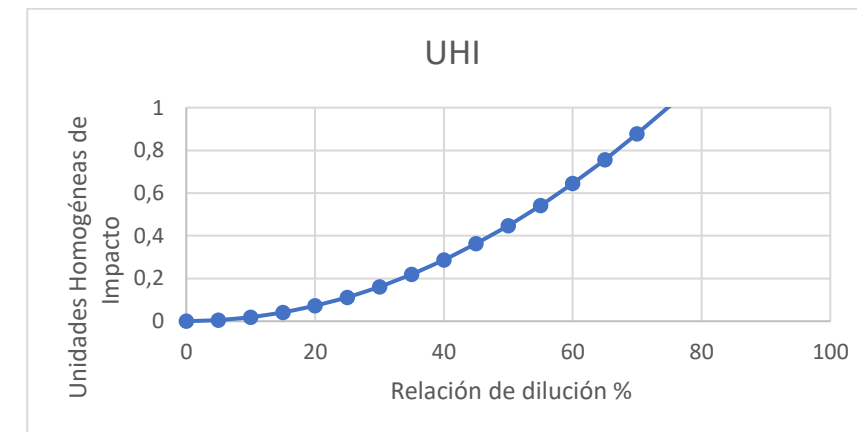


Gráfico 3.- UHA Según la relación de dilución (%)

Para un grado de dilución bajo, el impacto sobre el medio es casi nulo, mientras que, una vez alcanzado el 75% de relación de dilución, el impacto es igual a 1.

La transformación de los habitantes equivalentes se obtiene dividiendo entre 1000, ya que este es el mayor número de habitantes posibles si se utiliza este método.

### 6.1.2. IMPORTANCIA DE CADA FACTOR

Una vez se han obtenido las magnitudes de cada factor, es preciso asignarle un peso de ponderación, es decir, cuanto afecta cada uno a la calidad del agua. Se trata de una fase crítica ya que cada masa de agua natural tendrá una calidad distinta y, por lo tanto, vulnerabilidades distintas.

En este caso, debido a la falta de datos sobre la zona de proyecto se utiliza el propuesto por las anteriormente mencionadas “Directrices de Saneamiento en el Medio Rural de Galicia”.

En la siguiente tabla se presentan todas las zonas sensibles que podrían ser afectadas.



Tabla 15.- Reparto de pesos para mostrar la importancia de los diferentes factores ambientales que pueden quedar afectados por las aguas residuales de una aglomeración

REPARTO DE PESOS			
HABITANTES-EQUIVALENTES	25	25	
RELACIÓN DE DILUCIÓN	10	10	
PROTECCIÓN CAPTACIONES EXISTENTES	10		
PROTECCIÓN CAPTACIONES PROPUESTAS	4		
PLAYAS MARINAS	4		
PLAYAS FLUVIALES	4	32	SALUD
ZONAS DE MARISQUEO	4		
BATEAS	4		
PISCIFACTORÍAS	2		
ESPACIOS NATURALES	15		
ZONAS PISCÍCOLAS PROTEGIDAS	9	33	MEDIO NATURAL
ZONAS SENSIBLES	7		
MASAS DE AGUA EMBALSADA	2		

### 6.1.3. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIESGO DE IMPACTO

Tabla 16.- Cálculo de Índice de riesgo de impacto

ALTERNATIVAS	PESOS	ALTERNATIVA EMPLAZAMIENTO		Alternativa 1 EDAR SEQUEIROS
HABITANTES	25	HAB-EQUI	H-E Normalizados (sobre 1000)	823 0,823
CAUDALES RIO		Q ESTIAJE Q MEDIO		0,038 0,434
RELACION DE DILUCION	10	H-E/Qestiaje		21,658 0,084
PROTECCION DE CAPTACIONES	10	CAPT. ABAST. EXISTENTE	SI/NO	SI
			DISTANCIA	405
			UNIADES HOMOG.	
			RIESGO	0,694
			SI/NO	SI
			DISTANCIA	1650
			UNIADES HOMOG.	
			RIESGO	0,22
			SI/NO	SI
DISTANCIA	2308			
UNIADES HOMOG.				
RIESGO	0,125			
ZONAS PISCICOLAS PROTEGIDAS	9		SI/NO	0
			DISTANCIA	0
			UNIADES HOMOG.	
			RIESGO	0
PLAYAS	4	MARINAS	SI/NO	SI
			DISTANCIA	15000
			UNIADES HOMOG.	
	RIESGO	0		
	4	FLUVIALES	SI/NO	0
			DISTANCIA	0
UNIADES HOMOG.				
RIESGO	0			
ZONAS SENSIBLES DIRECTIVA 91/271	7		SI/NO	0
			DISTANCIA	0
			UNIADES HOMOG.	
			RIESGO	0
MASAS DE AGUAS EMBALSADAS/LAGO	2		SI/NO	0
			DISTANCIA	0
			UNIADES HOMOG.	
RIESGO	0			
INDICE DE RIESGO DE IMPACTO			IRI TOTAL	31,805
			TEMAS	3

## 6.2. OBJETIVO DEL VERTIDO

La Directiva 91/271/CEE establece la obligación de depurar todos los vertidos de aguas residuales, cualquiera que sea el tamaño de la aglomeración urbana que lo produce y el lugar al que sea vertido. Implanta como tratamiento general el tratamiento secundario o biológico de las aguas residuales urbanas aunque admite variaciones según el tipo de medio acuático en el que se realiza el vertido, la importancia del vertido e incluso contempla la posibilidad de tratamientos más exigentes.

Los tipos de tratamientos contemplados por la Directiva son: tratamiento adecuado, primario, secundario, terciario, y más exigente. La calificación del medio al que se vierte es función de las características geográficas, las características del ecosistema y el estado eutrófico de las aguas.

Estos medios receptores se clasifican como Zonas Menos Sensibles, Zonas Normales y Zonas Sensibles. En casos de aglomeraciones de menos de 2000 hab-equivalentes, como es el que nos ocupa, el tratamiento no queda caracterizado de forma cuantitativa, se habla de tratamiento adecuado, es decir, se debe realizar un tratamiento acorde con los objetivos marcados establecidos en el medio receptor, tal y como se observa en la tabla obtenida de la "ITOHG-EDAR-1/1/4", tomándola esta a su vez de la "Directiva 91/271 CEE".

Tabla 17.- Vertido a aguas dulces y estuarios. Tratamiento mínimo exigido.

TAMAÑO DE AGLOMERACIÓN	ZONA MENOS SENSIBLE ESTUARIOS	ZONA NORMAL		ZONA SENSIBLE AGUAS DULCES Y ESTUARIOS
		AGUAS DULCES Y ESTUARIOS	ALTA MONTAÑA	
0-2.000 h-e.	T.A.	T.A.	T.A.	T.A.
2.000-10.000 h-e.	T.1º	T.2º	T.2º *	T.2º
> 10.000 h-e.	T.2º	T.2º	T.2º *	T.3º

Lo siguiente es determinar, a partir de los habitantes equivalentes de la aglomeración urbana y de la zona en la que se realiza el vertido, el objetivo de vertido que se utilizará para obtener los límites de cargas contaminantes que no se pueden exceder o el porcentaje de eliminación del mismo. La tabla ha sido también tomada de "ITOHG-EDAR-1/1/4".

Tabla 18.- Depuradoras propuestas: h-e y características del vertido para aglomeraciones menores de 1000 h-e en aguas continentales

HABITANTES EQUIVALENTES	VERTIDO EN AGUAS CONTINENTALES					
	RÍO SIN FACTORES AMBIENTALES O USOS SINGULARES AFECTADOS	RÍO CON RIQUEZA PISCÍCOLA	RÍO CON CAPTACIÓN	RÍO CON ZONAS DE BAÑO	ESPACIO NATURAL PROTEGIDO Y/O ZONA VULNERABLE	ZONA SENSIBLE DECLARADA
50 – 250	OV 2	OV 2	OV 2	OV3+ DESINF.	OV 3	OV 5
250 – 500	OV 2	OV 3	OV 5	OV3+ DESINF	OV 5	OV 5
500 – 750	OV 3	OV 4	OV 5	OV3+ DESINF	OV 5	OV 6
750 - 1000	OV 3	OV 4	OV 5	OV3+ DESINF	OV 5	OV 6

Con la población antes mencionada de 823 habitantes y el hecho de que el vertido se realice en un río sin captaciones, se determina un objetivo de vertido OV 3.

Se asume que es un río sin captaciones a pesar de la evaluación hecha para el IRI. La razón para ello son que la distancia a la captación, la morfología del río provocan que la degradación de las cargas contaminantes y el efecto



de dilución sean suficientes para garantizar la calidad del agua que se capta hasta la Estación de Tratamiento de Aguas Potables. Sobre las otras captaciones se carece de datos, y por tanto, sería preciso estudiar los acuíferos para asegurar su conexión o no con el río. Se opta por el tratamiento de OV 3 a falta de un estudio pormenorizado de la hidrogeología de la zona. La calidad alcanzada en el vertido y la distancia a las captaciones en ríos y la separación por capas de suelo (que funcionan como filtro) garantizan que no se vean afectadas.

La “ITOHG-EDAR-1/1/4” establece que en caso de verter en dominio público hidráulico con características fluyentes se analizará la capacidad de acogida a partir de la determinación de la depurada sobre el medio fluvial y sirve para, mediante un balance de masas básico, si la presión es admisible o no. Antes de analizar los objetivos de vertido de la estación se debe comprobar si se cumple la relación  $h-e/Qd$ .

Tabla 19.- Objetivos de vertido según la población

TAMANO AGLOMERACIÓN		OV1	OV2	OV3	OV4	OV5	OV6	OV6*
50 < h-e < 1500	h-e/Qd	6	34	62	11	48	8	24
1501 < h-e < 2000	h-e/Qd	5	28	52	9	40	6	20
*Se refiere a depuradoras comprendidas en el rango de 1001-2000 h-eq en las que se limitará la concentración de fósforo < 2mg/L								

El valor de la relación  $h-e/Qd$  calculado en el apartado 6.1 Índice de Riesgo de Impacto era de 31,80. Es bastante más bajo que el de 62, asociado a OV3 dentro del tamaño de la aglomeración. Esto implica que el OV 3 calculado se admite y podrá ser utilizado como referencia para el dimensionamiento de la EDAR.

Los límites de contaminantes serán los que se reflejan en la siguiente tabla “Directrices de Saneamiento en el Medio Rural de Galicia”:

Tabla 20.- Niveles de tratamiento para aglomeraciones menores de 1000 h-e

	OV 1	OV 2	OV 3	OV 4	OV 5	OV 6
	Tratamiento primario	Tratamiento secundario de bajo rendimiento	Tratamiento secundario convencional	Tratamiento secundario con nitrificación parcial	Tratamiento secundario con nitrificación y desnitrificación	Tratamientos avanzados para eliminación de nitrógeno y de fósforo
DBO <sub>5</sub>	Rdto ≥ 30%	≤ 40 mg/L	Rdto > 70-90 % ≤ 25 mg/L	Rdto > 70-90 % ≤ 25 mg/L	Rdto > 70-90 % ≤ 25 mg/L	Rdto > 70-90 % ≤ 25 mg/L
DQO		≤ 160 mg/L	Rdto > 75 % ≤ 125 mg/L	Rdto > 75 % ≤ 125 mg/L	Rdto > 75 % ≤ 125 mg/L	Rdto > 75 % ≤ 125 mg/L
SS	Rdto ≥ 50%	≤ 80 mg/L	Rdto > 90 % ≤ 35 mg/L	Rdto > 90 % ≤ 35 mg/L	Rdto > 90 % ≤ 35 mg/L	Rdto > 90 % ≤ 35 mg/L
N-total	----	----	----	----	Rdto > 70-80 % < 15 mg/L	Rdto > 70-80 % < 15 mg/L zonas sensible
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	----	----	----	< 15 mg/L	----	----
P-total	----	----	----	----	----	Rdto > 80 % < 2 mg/L zonas sensible
CT	----	----	Sistema de desinfección necesario en función del medio receptor Rdto ≥ 99.99 %			
CF	----	----				

A partir de estos rendimientos y límites de contaminantes se pueden escoger los procesos y el dimensionamiento de cada uno.

### 6.3. INDICE DE CAPACIDAD DE ACOGIDA

El último paso de la metodología propuesta por las directrices para orientar la búsqueda de soluciones óptimas de depuración en el medio rural se basa en la elaboración del denominado “Índice de Capacidad de Acogida”, ICA. A partir de un cuadro orientativo de líneas de depuración que permiten alcanzar los rendimientos requeridos, acordes con los objetivos de vertido, se pueden escoger los tratamientos aconsejados para un tamaño de aglomeración determinado. En la siguiente tabla obtenida de las directrices se indica el tratamiento en función de los habitantes equivalentes.

Tabla 21.- Líneas de depuración de aguas residuales recomendadas en función de los habitantes equivalentes

	POBLACIÓN (h-e)	50-250	250-500	500-750	750-1000
LÍNEA DE PROCESO					
1	FOSA SÉPTICA + HUMEDAL ARTIFICIAL				
2	TANQUE IMHOFF + HUMEDAL ARTIFICIAL				
3	DEC. PRIMARIO + HUMEDAL ARTIFICIAL				
4	FOSA SÉPTICA + LECHO BACTERIANO ESTÁTICO				
5	TANQUE IMHOFF + LECHO BACTERIANO ESTÁTICO				
6	FOSA SÉPTICA + LECHO BACTERIANO CON RECIRCULACIÓN (1)				
7	FOSA SÉPTICA + BIODISCOS (1)				
8	TANQUE IMHOFF + FILTRO DE ARENA CON RECIRCULACIÓN (2)				
9	BIODISCOS (3) + HUMEDAL ARTIFICIAL				
10	LECHO BACT. CON RECIRCULACIÓN + HUMEDAL ARTIFICIAL				
11	LECHO BACTERIANO CON RECIRCULACIÓN (3)				
12	BIODISCOS (3)				
13	AIREACIÓN PROLONGADA (3)				
14	LECHOS AIREADOS SUMERGIDOS (3)				

Tratamiento aconsejado
Tratamiento adaptable
No aconsejado

#### NOTAS

(1) Con decantador secundario y purga de fangos secundarios hacia la fosa séptica

(2) Con pretratamiento, decantador primario y tanque de hidrólisis.

(3) Con pretratamiento exigente (rejillas, microtamiz, desarenador) o decantador primario (con rejillas) + decantador secundario

\* Para la eliminación de fósforo se debe utilizar precipitación química.

\*\* Para la desinfección debe valorarse el uso de ozono, ultravioleta y procesos de cloración-decloración.

Con el número de habitantes de 823 las líneas de tratamiento aconsejado apropiadas para el caso estudiado son:

- Lecho bacteriano con recirculación (3)
- Biodiscos (3)
- Aireación prolongada (3)
- Lechos aireados sumergidos (3)

El cálculo del índice de capacidad de acogida sigue los mismos pasos que el previamente obtenido índice de riesgo de impacto. Primero se determinan los factores que tienen importancia y luego, su peso. En este caso se van a utilizar los recomendados por el documento de directrices mencionado, ya que se trata de un proyecto de tipo académico.



Tabla 22.- Capacidad de acogida

FASE	PESO	FACTOR		PESO	
CONSTRUCCIÓN	15	1	Superficie necesaria	10	23
		2	Necesidad/disponibilidad de energía eléctrica	5	
		3	Simplicidad de la construcción	3	
		4	Costes de construcción	5	
FUNCIONAMIENTO	40	5	Simplicidad de funcionamiento	5	37
		6	Estabilidad de proceso	6	
		7	Coste de explotación y mantenimiento	13	
		8	Gestión del fango	5	
		9	Dependencia tecnológica	8	
IMPACTO	45	10	Generación de olores	12	40
		11	Generación de aerosoles	9	
		12	Generación de ruido	9	
		13	Impacto paisajístico	5	
		14	Efectos sobre el suelo y las aguas subterráneas	5	
			TOTAL	100	

La línea de tratamiento escogida será aquella, que dentro de las 4 aconsejadas antes descritas, obtenga una puntuación superior entre 0 y 100, teniendo en cuenta los pesos y los factores de la anterior tabla. Sin embargo, la mayoría de estos factores tienen unidades que no se pueden sumar o agregar, por lo tanto, será necesario utilizar, de nuevo, funciones de transformación para homogeneizarlas. Las características de cada tratamiento se han obtenido de las fichas EDAR recomendadas en las Directrices.

A continuación, se muestran las tablas realizadas para cada proceso en la cual en las cuales se calculan las unidades homogéneas de capacidad de acogida (UHCA) de cada factor. Al final se incluye la tabla con los resultados de multiplicar el peso de cada factor por su UHCA agrupados por fases (construcción, funcionamiento e impacto a entorno próximo).





Tabla 23.- Capacidad de acogida Lechos bacterianos

			LECHO BACTERIANO CON RECIRCULACIÓN			LBCR	UHCA	PESO	UHCA*PESO
FACTORES INTRINSECOS A LA TIPOLOGIA EDAR	ETAPA DE CONSTRUCCION	superficie necesaria	0,07	UHCA	10	UHCATotal	10	10	100
		necesidad/disponibilidad de e. eléctrica (si/no)	si	UHCA	1	UHCATotal	1	5	5
		simplicidad de construcción	mov.tierras:MS	UHCA	10				
			Obra civil: C	UHCA	3		5	3	15
			Equipos: C	UHCA	3	UHCATotal			
			UHCA TOTAL		5				
	Coste construcción (€/ h-e)	50-100	UHCA	7	UHCATotal	7	5	35	
	ETAPADE FUNCIONAMIENTO	simplicidad de funcionamiento	simplicidad de explotación:C	UHCA	3				
			Fiabilidad de funcionamiento:PF	UHCA	1	UHCATotal	2	5	10
				UHCA TOTAL		2			
		Estabilidad del proceso	PE (Poco Estable)	UHCA	1	UHCATotal	1	6	6
		Coste de explotación y mantenimiento((€/m3)	0.15-0.25	UHCA	6,6	UHCATotal	6,6	13	85,8
		Gestión del fango (kgMS/1000m3)	70	UHCA	6,4	UHCATotal	6,4	5	32
		Dependencia tecnológica		UHCA	0	UHCATotal	0	8	0
	IMPACTO ENTORNO PROXIMO	Generación de olores	ZIM (zona incidencia media)	UHCA	4	UHCATotal	4	12	48
		Generación de aerosoles	ZIM (zona incidencia media)	UHCA	6,4	UHCATotal	6,4	9	57,6
		Generación de ruido	UBS (usos baja sensibilidad)	UHCA	6,4	UHCATotal	6,4	9	57,6
		Impacto paisajístico	IMA (Impacto muy alto)	UHCA	1	UHCATotal	1	5	5
		Efecto sobre el suelo y las aguas sub.	No se contempla	UHCA	5	UHCATotal	5	5	25
								ICA	4,82



Tabla 24.- Capacidad de acogida para biodiscos

			BIODISCOS			BIODISCOS	UHCA	PESO	UHCA*PESO	
FACTORES INTRINSECOS A LA TIPOLOGIA EDAR	ETAPA DE CONSTRUCCION	superficie necesaria		0,05	UHCA	10	UHCATotal	10	10	100
		necesidad/disponibilidad de e. eléctrica (si/no)	SI		UHCA	1	UHCATotal	1	5	5
		simplicidad de construcción	mov.tierras:MS		UHCA	10				
			Obra civil: C		UHCA	3		5	3	15
			Equipos: C		UHCA	3	UHCATotal			
			UHCA TOTAL			5				
		Coste construcción (€/ h-e)	170-180		UHCA	5	UHCATotal	5	5	25
	ETAPADE FUNCIONAMIENTO	simplicidad de funcionamiento	simplicidad de explotación:C		UHCA	3				
			Fiabilidad de funcionamiento:PF		UHCA	1	UHCATotal	2	5	10
					UHCA TOTAL			2		
		Estabilidad del proceso	NE (Normalmente Estable)		UHCA	5	UHCATotal	5	6	30
		Coste de explotación y mantenimiento((€/m3)	0.20-0.30		UHCA	5	UHCATotal	5	13	65
		Gestión del fango (kgMS/1000m3)	70		UHCA	6,4	UHCATotal	6,4	5	32
		Dependencia tecnológica			UHCA	0	UHCATotal	0	8	0
	IMPACTO ENTORNO PROXIMO	Generación de olores	ZIM (zona incidencia media)		UHCA	4	UHCATotal	4	12	48
		Generación de aerosoles	ZIM (zona incidencia media)		UHCA	10	UHCATotal	10	9	90
		Generación de ruido	UBS (usos baja sensibilidad)		UHCA	6,4	UHCATotal	6,4	9	57,6
		Impacto paisajístico	IM (Impacto Medio)		UHCA	5	UHCATotal	5	5	25
		Efecto sobre el suelo y las aguas sub.	No se contempla		UHCA	5	UHCATotal	5	5	25
									ICA	5,276



Tabla 25.- Capacidad de acogida para aireación prolongada

			AIREACIÓN PROLONGADA			AP	UHCA	PESO	UHCA*PESO
FACTORES INTRINSECOS A LA TIPOLOGIA EDAR	ETAPA DE CONSTRUCCION	superficie necesaria	0,05	UHCA	10	UHCATotal	10	10	100
		necesidad/disponibilidad de e. eléctrica (si/no)	SI	UHCA	1	UHCATotal	1	5	5
		simplicidad de construcción	mov.tierras:S	UHCA	7				
			Obra civil: MC	UHCA	1		3	3	9
			Equipos: MC	UHCA	1	UHCATotal			
			UHCA TOTAL		3				
		Coste construcción (€/ h-e)	160	UHCA	5	UHCATotal	5	5	25
	ETAPADE FUNCIONAMIENTO	simplicidad de funcionamiento	simplicidad de explotación:MC	UHCA	1		2	5	10
			Fiabilidad de funcionamiento:NF	UHCA	3	UHCATotal			
				UHCA TOTAL		2			
		Estabilidad del proceso	Estable	UHCA	7	UHCATotal	7	6	42
		Coste de explotación y mantenimiento((€/m3)	0.40	UHCA	2	UHCATotal	2	13	26
		Gestión del fango (kgMS/1000m3)	98	UHCA	4,95	UHCATotal	4,95	5	24,75
		Dependencia tecnológica		UHCA	0	UHCATotal	0	8	0
	IMPACTO ENTORNO PROXIMO	Generación de olores	ZIM (Zona Incidencia Media)	UHCA	5	UHCATotal	5	12	60
		Generación de aerosoles	ZIM (Zona Incidencia Media)	UHCA	5	UHCATotal	5	9	45
		Generación de ruido	UBS (usos baja sensibilidad)	UHCA	6,4	UHCATotal	6,4	9	57,6
		Impacto paisajístico	IM (Impacto Medio)	UHCA	5	UHCATotal	5	5	25
		Efecto sobre el suelo y las aguas sub.	No se contempla	UHCA	5	UHCATotal	5	5	25
								ICA	4,5435



Tabla 26.- Capacidad de acogida para lechos aireados sumergidos

			LECHOS AIREADOS SUMERGIDOS			LAS	UHCA	PESO	UHCA*PESO
FACTORES INTRINSECOS A LA TIPOLOGIA EDAR	ETAPA DE CONSTRUCCION	superficie necesaria	0,006	UHCA	10	UHCATotal	10	10	100
		necesidad/disponibilidad de e. eléctrica (si/no)	SI	UHCA	1	UHCATotal	1	5	5
		simplicidad de construcción	mov.tierras:C	UHCA	3				
			Obra civil: MC	UHCA	1		2	3	6
			Equipos: MC	UHCA	1	UHCATotal			
		UHCA TOTAL		2					
		Coste construcción (€/ h-e)	310	UHCA	1	UHCATotal	1	5	5
	ETAPADE FUNCIONAMIENTO	simplicidad de funcionamiento	simplicidad de explotación:C	UHCA	3		2	5	10
			Fiabilidad de funcionamiento:PF	UHCA	1	UHCATotal			
			UHCA TOTAL		2				
		Estabilidad del proceso	Poco Estable	UHCA	1	UHCATotal	1	6	6
		Coste de explotación y mantenimiento((€/m3)	0.25	UHCA	5	UHCATotal	5	13	65
		Gestión del fango (kgMS/1000m3)	70	UHCA	6,4	UHCATotal	6,4	5	32
		Dependencia tecnológica		UHCA	0	UHCATotal	0	8	0
	IMPACTO ENTORNO PROXIMO	Generación de olores	ZIM (Zona Incidencia Media)	UHCA	4	UHCATotal	4	12	48
		Generación de aerosoles	ZIM (Zona Incidencia Media)	UHCA	6	UHCATotal	6	9	54
		Generación de ruido	UBS (usos baja sensibilidad)	UHCA	6,4	UHCATotal	6,4	9	57,6
		Impacto paisajístico	IM (Impacto Medio)	UHCA	5	UHCATotal	5	5	25
		Efecto sobre el suelo y las aguas sub.	No se contempla	UHCA	5	UHCATotal	5	5	25
								ICA	4,386





El proceso que mayor ICA ha obtenido es el de Biodiscos con pretratamiento exigente (rejas, microtamiz, desarenador) o decantador primario (con rejas) y decantador secundario. Se describe (a partir fichas técnicas y comerciales), a continuación, brevemente, el proceso y sus principales características.

El sistema de biodiscos consta de un reactor más un decantador secundario. El reactor está constituido por un depósito de nivel constante por el que se hace pasar el agua a tratar. En dicho depósito se coloca un conjunto de discos de plástico dispuestos en paralelo y en posición vertical, que quedan atravesados por un eje horizontal. Dicho eje es accionado por un motor que hace girar el conjunto de discos dejando sumergida en el agua del depósito un 40% de la superficie de los discos.

Cada reactor suele disponer de varios conjuntos o paquetes de discos dispuestos en serie. El consumo de energía es bajo; si el conjunto está equilibrado, es el indispensable para hacerlo girar lentamente. Dependiendo del modelo y del fabricante puede estimarse en menos de 2,5 w/h. La baja energía suministrada se traduce en un nivel sonoro bajo y en un coste de mantenimiento bajo. El impacto ambiental es bajo.

Sus principales ventajas son:

- Bajo consumo de energía
- Eliminación de flujos preferenciales (canalizaciones)
- Baja producción de lodos
- Explotación y mantenimiento simple y sencilla
- Despreciable problema de aerosoles
- Menor problema de ruidos
- Menores problemas de espumas

Y sus inconvenientes:

- Necesidad de material soporte especial.
- Necesidad de diseño mecánico riguroso.
- Montaje complicado.
- El costo es casi lineal con respecto al caudal.

## 7. RESUMEN DE LA SOLUCIÓN

Para llegar a esta resolución final, se han analizado 3 apartados diferentes y en cada uno de ellos se ha tomado una decisión final respecto a la mejor opción disponible.

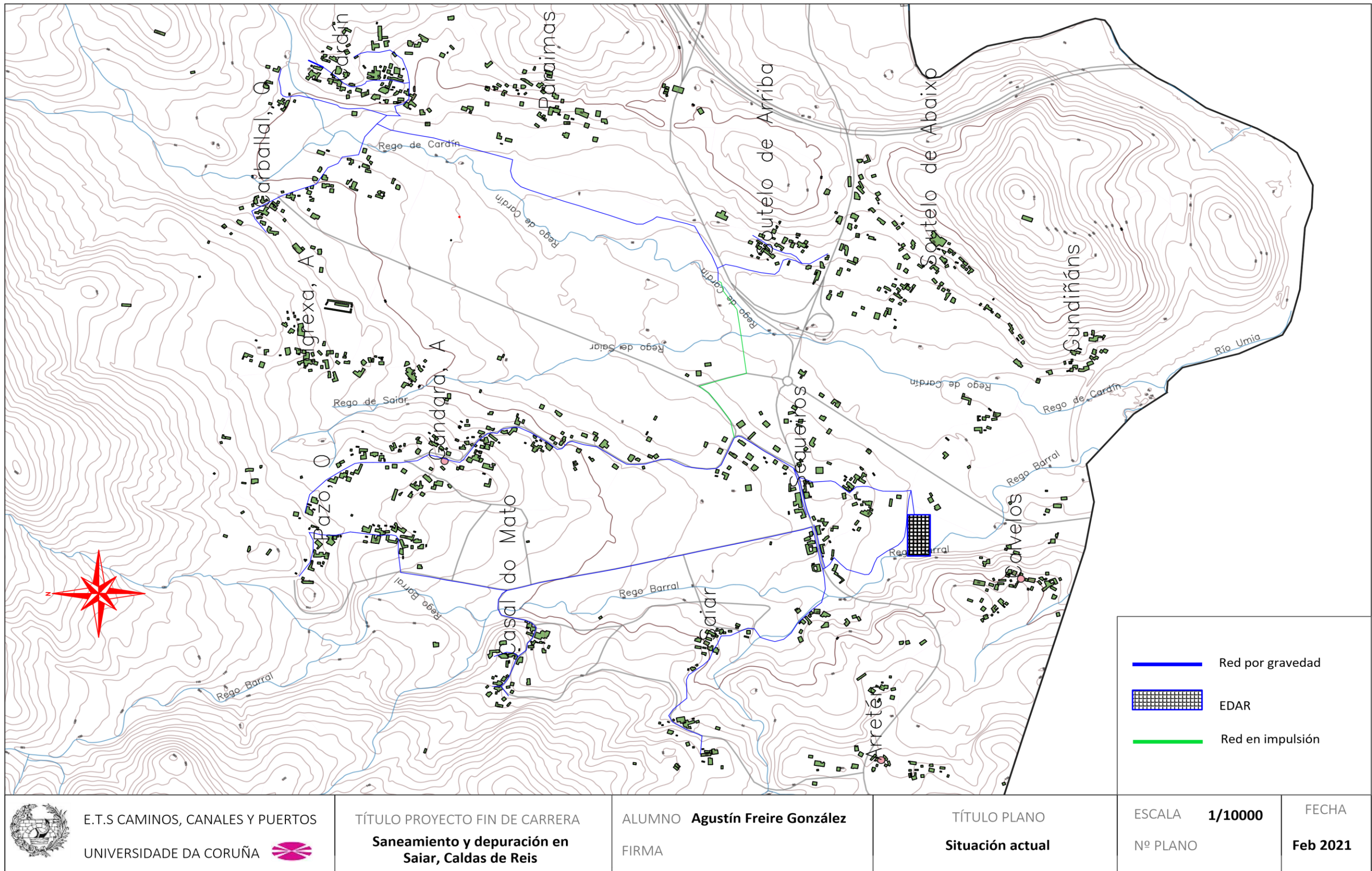
En el apartado 4 se determinó que la mejor tipología de red es la separativa, además de ser la utilizada por la red existente, es la más adecuada para un entorno rural.

El siguiente apartado fue el de elegir la ubicación de la red de colectores y de la EDAR. Finalmente la Alternativa 2, con una red por gravedad y la EDAR situada al suroeste de Gundiñans, obtuvo la mayor puntuación con un total de 1,421. En el Apéndice II. Plano de la alternativa 2 se muestra el plano de la solución.

En el último apartado se concluyó que el tratamiento con mayor ICA (índice de capacidad de acogida) era el sistema de Biodiscos. Además, debido al número de habitantes equivalentes, es necesario diseñar un pretratamiento exigente con rejas, microtamiz y desarenador o con decantador primario y secundario.



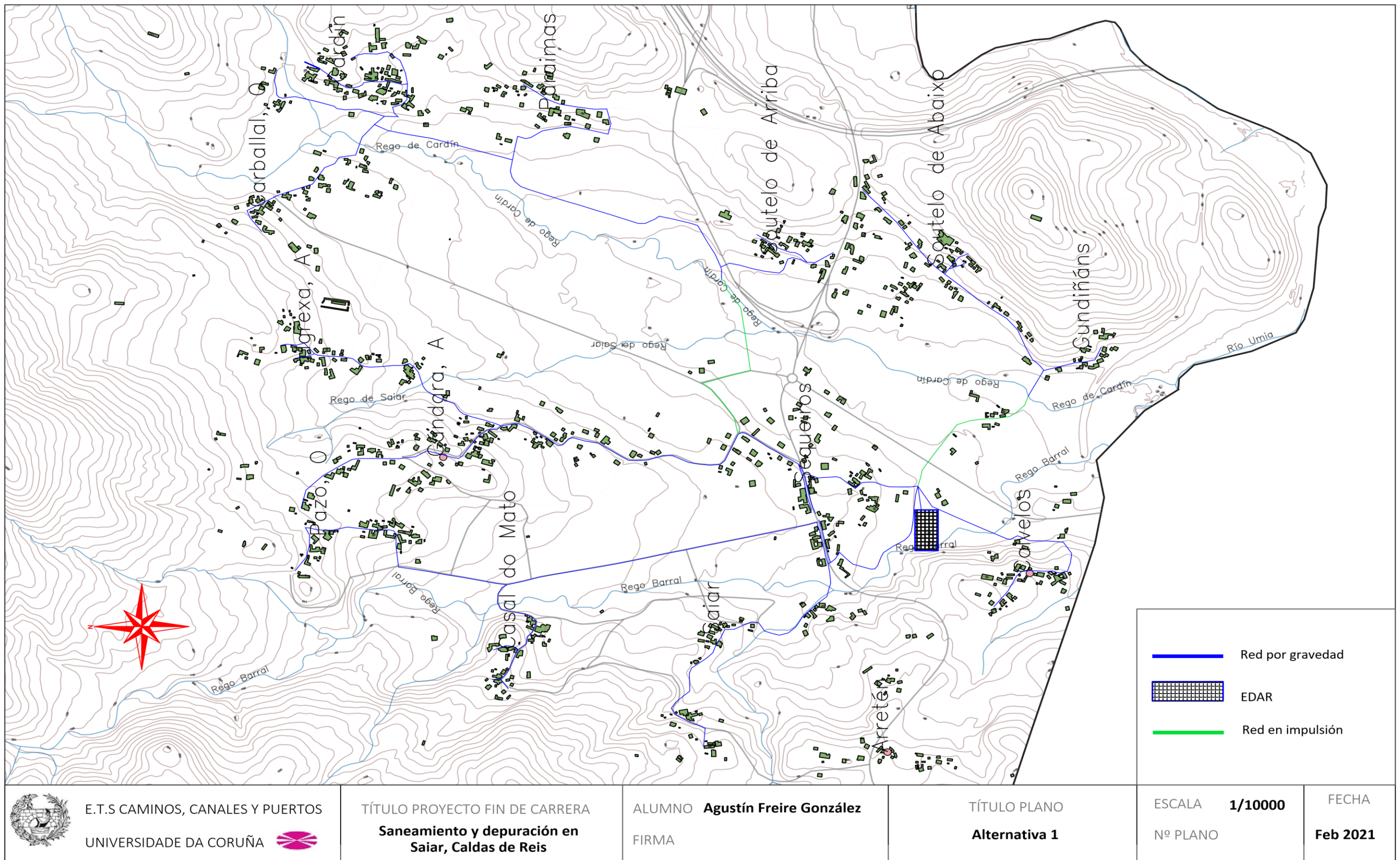
## APÉNDICE I: SITUACIÓN ACTUAL





## APÉNDICE I: ALTERNATIVA 1

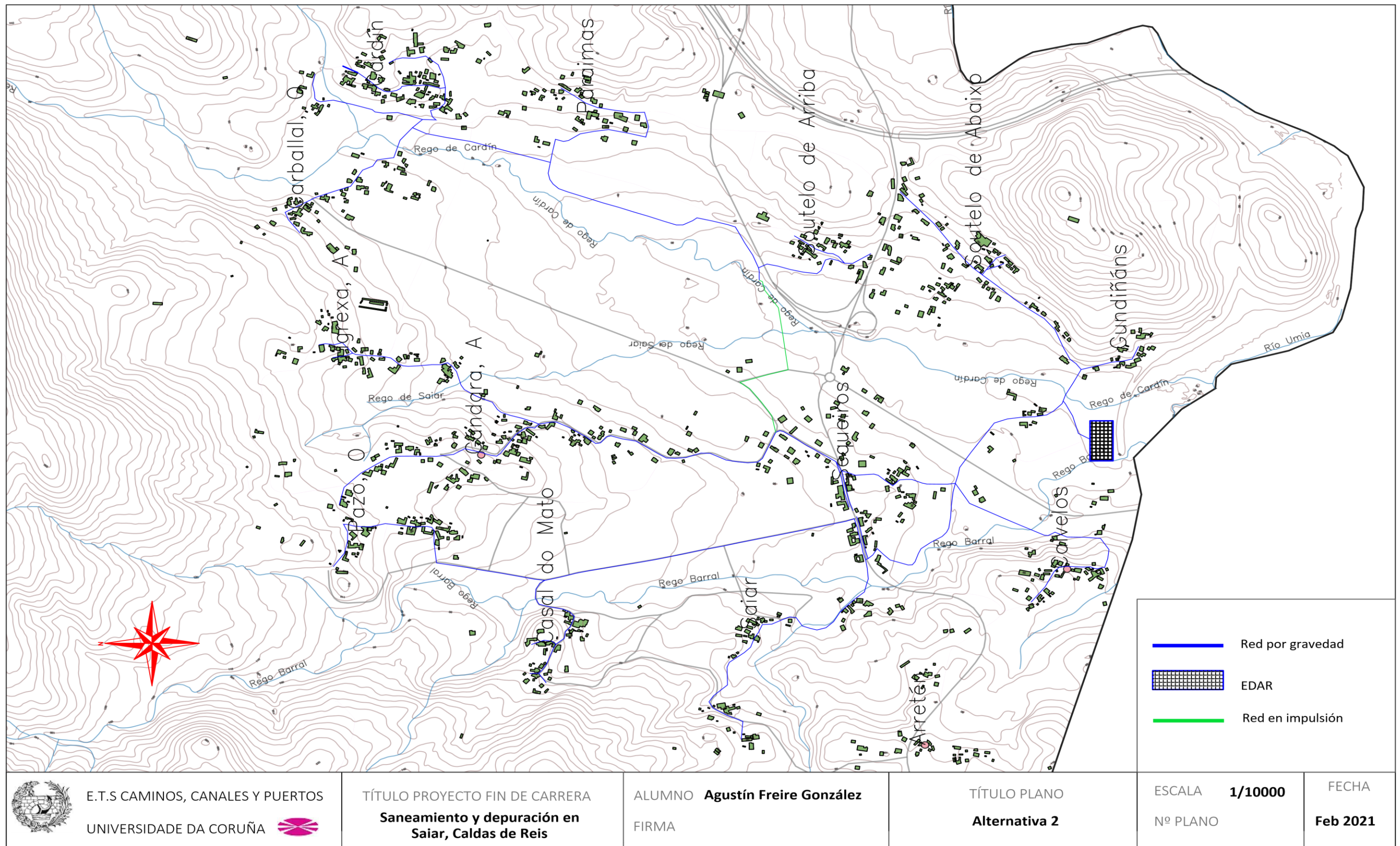






## APÉNDICE I: ALTERNATIVA 2

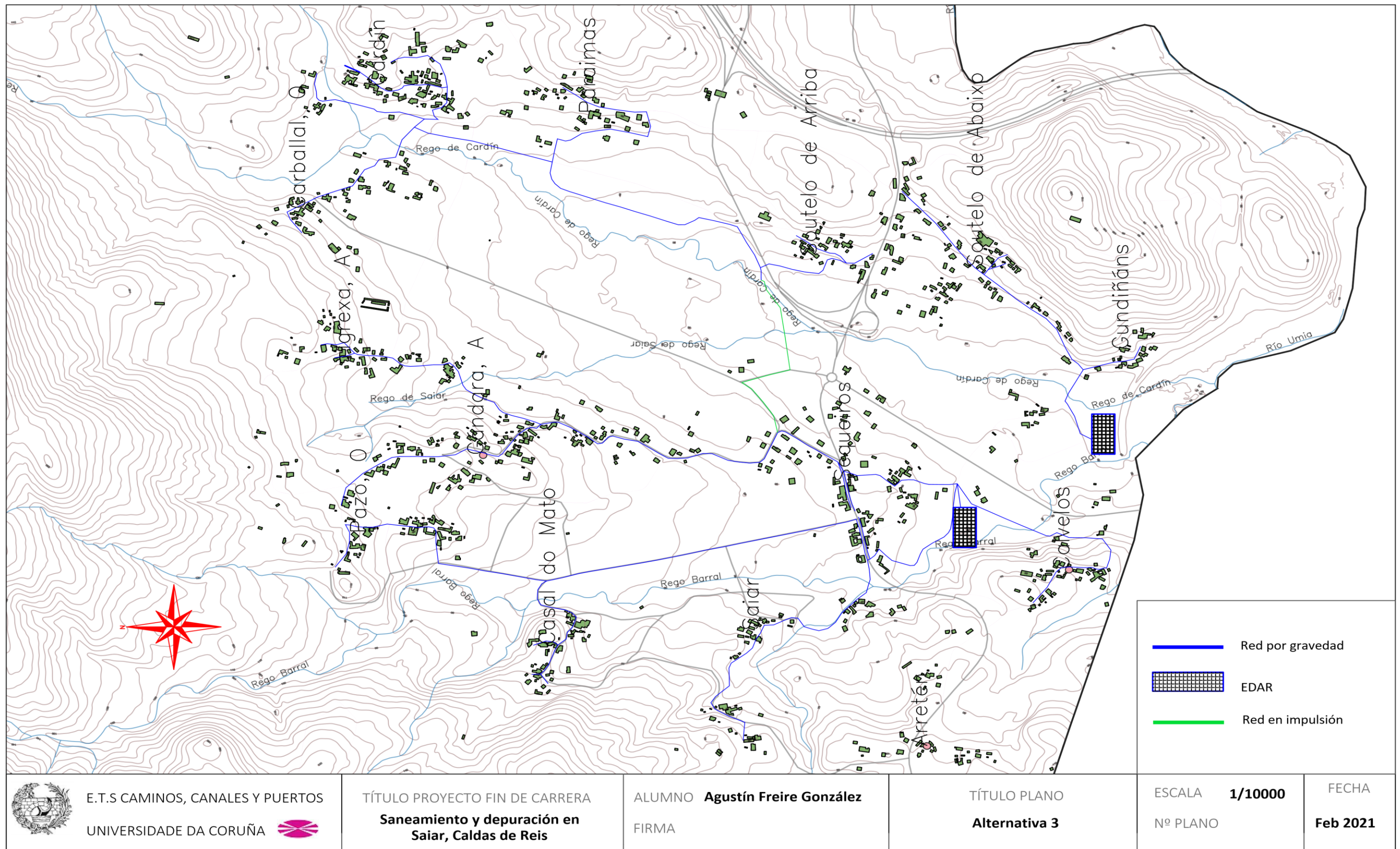






## APÉNDICE I: ALTERNATIVA 3









## ANEJO 6. CÁLCULO DE LA RED



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	NORMATIVA .....	3
3.	CRITERIOS DE DISEÑO .....	3
4.	CRITERIOS IMPUESTOS POR EL PXOM DEL AYUNTAMIENTO DE CALDAS DE REIS.....	3
5.	ESTADO ACTUAL DE LA RED DE SANEAMIENTO.....	4
6.	REDES PROYECTADAS .....	5
6.1.	SISTEMA DE EVACUACIÓN.....	5
6.2.	TRAZADO DE LA RED.....	5
6.3.	MATERIALES Y DIÁMETROS .....	6
7.	CÁLCULO DE CONDUCCIONES .....	7
	APÉNDICE I: LISTADO DE CÁLCULO RED A IGREXA.....	8
	COMPROBACIÓN DE MÁXIMOS .....	9
	COMPROBACIÓN DE MÍNIMOS .....	12
	APÉNDICE II: LISTADO DE CÁLCULO RED PARAIMA .....	15
	COMPROBACIÓN DE MÁXIMOS .....	16
	COMPROBACIÓN DE MÍNIMOS .....	19
	APÉNDICE III: LISTADO DE CÁLCULO RED SUR .....	22
	COMPROBACIÓN DE MÁXIMOS .....	23
	COMPROBACIÓN DE MÍNIMOS.....	28





## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se desarrollan los cálculos hidráulicos de los colectores de saneamiento proyectados.

## 2. NORMATIVA

La normativa aplicada en el diseño de la red de saneamiento es la siguiente:

- Instrucciones técnicas para obras hidráulicas en Galicia. ITOHG-SAN
- NTE-ISA, de instalaciones de salubridad: alcantarillado.
- NTE-ISD, de instalaciones de salubridad: depuración y vertido.
- Orden del MOPU del 15/ IX/86: Pliego de Prescripciones Técnicas de tuberías de saneamiento de poblaciones.
- Instrucción 5.2.I.C.- “Drenaje superficial”
- P.XO.M. del Ayuntamiento de Caldas de Reis.
- Guía para la redacción de proyectos de urbanización. Ministerio de Fomento.

## 3. CRITERIOS DE DISEÑO

Identificado el trazado, los caudales circulantes y el material de los distintos tramos de la conducción, se llevará a efecto el dimensionamiento hidráulico del Sistema, que incluirá la determinación de diámetros tramos.

Para evitar el deterioro de las conducciones por abrasión del material arrastrado en el colector, se limitará la velocidad máxima de circulación de las aguas residuales. Por otro lado, debe limitarse también la velocidad mínima de circulación para evitar la sedimentación de los sólidos transportados en las redes de saneamiento.

Las Instrucciones Técnicas de Obras Hidráulicas en Galicia (ITOHG) establecen las siguientes velocidades máximas y mínimas:

La pendiente mínima se define en función del diámetro de la red y del tipo de apoyo.

Tabla 1.- Velocidades máximas y mínimas en conducciones (Fuente ITOHG)

	Velocidad máxima	Velocidad mínima
	(m/s)	(m/s)
Hormigón o fundición	3,0	0,6
Gres, PVC y similares	6,0	

Las pendientes de las conducciones quedarán determinadas por las velocidades de circulación del flujo. En cualquier caso la pendiente mínima estará condicionada por el diámetro de la conducción y el tipo de apoyo según la tabla:

	Apoyo granular	Apoyo rígido
	(m/s)	(m/s)
DN<500	0.0060	0.0050
500<DN<800	0.0040	0.0030
900<DN<1200	0.0022	0.0015
DN>1200	0.0020	0.0012

El grado de llenado máximo admisible será del 75%.

## 4. CRITERIOS IMPUESTOS POR EL PXOM DEL AYUNTAMIENTO DE CALDAS DE REIS

Según el artículo 7.3.9 de la sección 4 del PXOM del ayuntamiento de caldas de Reis:

1.- El diseño de la red de saneamiento se realizará teniendo en cuenta la red existente y los puntos de toma de la red general y la ordenación global de la zona, a fin de garantizar en caso necesario la posible condición de3l tramo de la red proyectada como punto de paso para la evacuación de otras zonas, solicitando a este respecto información de las previsiones futuras que para las redes generales de saneamiento o pluviales puedan tener los servicios técnicos municipales en el momento de redactar el proyecto.

2.- El saneamiento se realizar como norma general por de sistemas separativos. Los efluentes deberán someterse a depuración de residuales en los ámbitos de suelo urbano, y urbanizable. En el suelo rústico se permite el uso de fosas sépticas siempre para promociones de tipo individual. El ayuntamiento cuando las condiciones de consolidación lo exijan deberá propiciar el desenvolvimiento de planes especiales en dichos ámbitos, con objeto de ordenar los crecimientos respecto de las redes de servicios. Las redes de pluviales deberán diseñarse de forma que habiliten tanques de tormenta, con objeto de tratar y desviar a depuración las puntas de carga contaminante que se concentran sobre las primeras aguas de lavado de viales. Se procura en todo caso que la reversión de los flujos hacia los canales se produzca en el recorrido más corto posible.

3.- Quedará prohibido cualquier tipo de vertido de aguas residuales a cielo abierto o vertidos que no cumplan específicamente las normativas existentes de salubridad y medio ambiente, debiéndose tener en cuenta específicamente los vertidos de tipo industrial, que en función de su peligrosidad deberán someterse a procesos completos o parciales de depuración independientes o semi-integrados en la red general de saneamiento, de forma que se pueda garantizar la idoneidad o admisibilidad de su composición con carácter previo a su incorporación a las redes generales o al medio ambiente, o en caso contrario ser objeto de regida independiente con destino a las plantas especiales de tratamiento de residuos industriales.

Artículo 7.3.10 Condiciones calculo

1.- Para el cálculo de la red de drenaje se adoptará como caudal de aguas residuales el mínimo y el máximo previstos para el abastecimiento de agua.

2.- Los caudales de aguas pluviales se calcularán según los procedimientos hidrológicos contrastados, por ejemplo aplicando la normativa de drenaje de carreteras, o también por el método de Nadal. En todas se establece como



partida la fijación de la intensidad de lluvia correspondiente a un período de retorno determinado. La ordenaza debe establecer las condiciones relativas al período de retorno a considerar en el diseño: este debe adaptarse a la importancia de las pérdidas que generaría el colapso del sistema de drenaje en cada caso. Para puentes o elementos de fábrica sensibles se adoptarán diseños que respondan a períodos de retorno de por lo menos 500 años. Para los elementos de drenaje convencional enterrados de 10 años, y para los elementos de recogida y de enlace directo con la red de pluviales de 5 años.

3.- A las intensidades se les aplicarán los coeficientes de escorrentía necesarios en función de la tipología de la superficie o del terreno de que se trate, tomando como mínimo los siguientes:

- Red viaria: 0.9
- Espacios libres ajardinados o zonas de cultivo: 0.2
- Zonas de edificación colectiva: 0.7
- Zonas de edificación unifamiliar adosada: 0.5
- Zonas de edificación unifamiliar aislada: 0.4
- Zonas de edificación industrial: 0.7

#### Artículo 7.3.11 Condiciones de diseño

Las condiciones básicas de diseño a cumplir por las redes de saneamiento son las siguientes:

- Todas las conducciones deberán estar enterradas siguiendo en lo posible el trazado de las aceras o la calzada. En este último caso se deberá reforzar la canalización con una capa rígida de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo por encima de la canalización que evite roturas por asientos o sobrepresiones derivadas del tráfico rodado en función de su tonelaje máximo previsto, si las características resistentes de la canalización así lo aconsejan.
- La profundidad mínima de las conducciones será de 1.20 m desde la parte superior de la canalización hasta la rasante del pavimento, atendiendo a las separaciones especificadas respecto de otras instalaciones en el resto de los apartados del presente artículo.
- En los puntos más altos de la red se dispondrán cámaras de descarga para su limpieza, con una capacidad mínima equivalente al volumen interior de 20 m de longitud de la canalización de la que se trate.
- Las canalizaciones de aguas residuales tendrán un diámetro mínimo de 30 cm. Aceptándose en las conexiones individuales a parcelas o edificios un diámetro de 25 cm.
- La velocidad de cálculo en las canalizaciones no será inferior a 0.5 ni superior a 3.5 m/s sin causa justificada a fin de evitar en lo posible la sedimentación o la erosión.
- Se dispondrán de pozos de registro en los cambios de dirección tanto horizontal como vertical sin superar los 80 m entre pozos en redes que no sean registrables.
- Los pozos de registro serán de diámetro mínimo 80 cm y realizados en hormigón HA-25 con tapa y arco de función reforzada KN-250 DN59.
- Las canalizaciones de aguas pluviales serán de PVC tipo SN-4 DN300 admitiéndose diámetros 200 para las acometidas de los sumideros. En todo caso podrá justificarse cualquier otra tipología en obra.
- Los sumideros de pluviales se situarán a distancias máximas de 30 m, y por los menos en los puntos bajos del vial.
- Todas las vías generales de tráfico rodado contarán desde el momento de su construcción en el suelo rústico con los ajustados sistemas de derivación o conducción de aguas pluviales a canales naturales de agua, preferentemente a cielo abierto, y con soluciones adaptadas al territorio. La incorporación del agua al medio no puede suponer la alteración del medio físico. En suelo urbano o de núcleo rural las vías que

contengas aceras derivarán sus aguas de forma enterrada hacia los sistemas de colectores de pluviales, o preferiblemente hacia el medio natural, controlando las emisiones y la condiciones de vertido.

- En el caso de que sea imposible la conexión de las redes generales de una edificación o un grupo de ellas por motivos técnicos o por desproporción de coste de las obras necesarias, deberá disponerse obligadamente de un sistema individual o colectivo de depuración mediante fosas sépticas o mini depuradoras de capacidad precisa para tratamiento apropiado de aguas residuales.

## 5. ESTADO ACTUAL DE LA RED DE SANEAMIENTO

Actualmente existen ya una serie de poblaciones dentro de la parroquia de Saiar que ya tienen un sistema de depuración, es el caso de O Pazo, A Gándara, Casal Do Mato, Saiar, Sequeiros, Carballal, Cardín, y Soutelo de Arriba.

Las aguas de estas poblaciones se unen al sur de Sequeiros, en una pequeña EDAR. Para ello es necesario un pequeño bombeo en la zona de Soutelo de Arriba.

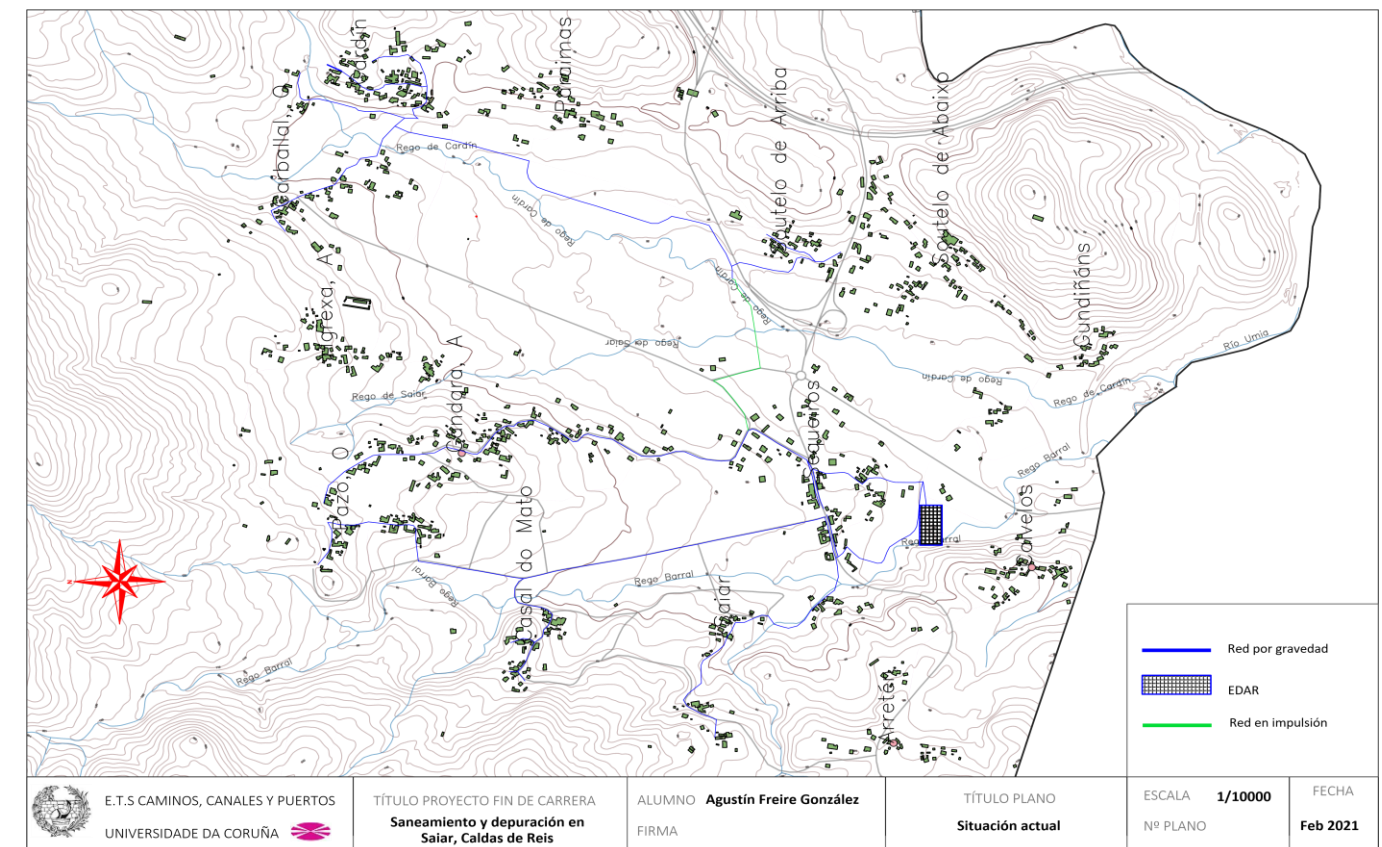


Ilustración 1.- Plano de situación actual

Los pueblos que quedan sin saneamiento son aquellos a los que este proyecto pretende dar una solución y son concretamente, las poblaciones de A Igrexa, Paraimas, Soutelo de Abaixo, Gundiáns, y Calvelos.

Además de realizar este sistema de canalizaciones para saneamiento en dichas poblaciones también es objeto de este proyecto, la construcción de una nueva EDAR que de servicio al total de las poblaciones de la parroquia de Saiar.



## 6. REDES PROYECTADAS

### 6.1. SISTEMA DE EVACUACIÓN

Siguiendo las recomendaciones de las ITOHG y del propio PXOM del ayuntamiento de Caldas de Reis, el sistema será **separativo**.

Cabe destacar, que todos las poblaciones afectadas son considerados suelo de núcleo rural, por lo que la recomendación municipal es que las calles deberán contar con **sistemas de canalización de aguas hacia el medio natural**, que es precisamente lo que existe en este momento, por lo que no se realizará ninguna conducción de pluviales.

### 6.2. TRAZADO DE LA RED

Los criterios de los que partiremos son los siguientes:

- Garantizar una evacuación adecuada para las condiciones previstas.
- Garantizar la impermeabilidad de los distintos componentes de la red, que evite la posibilidad de fugas, especialmente por las juntas o uniones, la hermeticidad o estanqueidad de la red evitará la contaminación del terreno.
- Evacuación rápida, sin estancamientos de las aguas usadas, en el tiempo más corto posible, y que sea compatible con la velocidad máxima aceptable.
- La velocidad del agua debe estar comprendida entre 0,6 m/s y 6 m/s. La primera velocidad se establece como límite inferior para que no se produzca sedimentación y la siguiente como límite superior para evitar la erosión de las tuberías.
- Evacuación capaz de impedir, con un cierto grado de seguridad, la inundación de la red, y el consiguiente retroceso.
- La accesibilidad a las distintas partes de la red, permitiendo una adecuada limpieza de todos sus elementos, así como posibilitar las reparaciones o reposiciones que fuesen necesarias.

La red se diseñará siguiendo el trazado viario y, siempre que el cálculo lo permita, su pendiente se adaptará a la del viario. Se ha aprovechado la pendiente del terreno para diseñar el trazado de la red de forma que el sistema de circulación sea por gravedad a lo largo de toda la longitud de tubería. De este modo el agua circula debido a la pendiente que tiene la conducción.

La colocación de las tuberías se coloca siempre por un lado de la calzada, puesto que no existen aceras en los núcleos poblacionales en los que se desarrolla la actuación, por lo que será necesario proyectarla revestida de hormigón en los términos que indica el PXOM.

Se proyectan un total de tres tramos que se describen a continuación:

#### Tramo A Igrexa:

En el tramo de A Igrexa se proyecta una red de saneamiento formada por tres ramales en cabecera, los cuales se unen en la parte central del pueblo, en las inmediaciones de la Igrexa de San Estevo, para seguir como una única canalización hasta el núcleo poblacional de A Gándara, donde se conecta con el sistema existente, ya proyectado

con vistas a la incorporación de los caudales residuales que se aportan, por lo que la red existente, es capaz de soportar la carga adicional que se incorpora.

Tabla 2.- Caudales núcleo poblacional de A Igrexa

	L/día	L/s	m³/h
<b>IGLESIA</b>		59	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	8496,00	0,098	0,354
<b>QDm,inf</b>	2973,60	0,034	0,124
<b>QDm,tot</b>	11469,60	0,133	0,478
<b>QDp,urb</b>	11894,40	0,138	0,496
<b>QDp,total</b>	14868,00	0,172	0,620
<b>QH<sub>p</sub> urb</b>	79720,34	0,923	3,322
<b>QH<sub>p</sub>,inf</b>	2973,60	0,034	0,124
<b>QH<sub>p</sub>,tot</b>	82693,94	0,957	3,446

Cabe destacar que la red tiene tres ramales en cabecera, por lo que el caudal total se dividirá entre tres y se considerará que por cada uno de ellos circulará el mismo caudal, llegando al final de red el caudal circulante total.

La comprobación de máximos se hará con el caudal  $QH_{p,total}$  y las comprobaciones de mínimos con el caudal  $QH_{m,urb}$ .

#### Tramo Paraimas

El tramo de saneamiento proyectado en el núcleo de Paraimas, cuenta con un total de dos ramales en cabecera, uno de ellos con mucha más longitud que el otro, por lo que se estimará que un tercio del caudal circulará por el primer tramo y dos tercios del mismo por el ramal más largo, a efectos de cálculo de la red.

Los dos ramales se unen en la parte oeste del pueblo, casi al final de la red, y a continuación se une a la red existente que transporta las aguas de Cardín y Carballal, la cual ya ha sido diseñada para soportar los caudales de esta población, en el momento de su construcción futura prevista.

Tabla 3.-Caudales núcleo de Paraimas

	L/día	L/s	m³/h
<b>PARAIMAS</b>		47	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	6768,00	0,078	0,282
<b>QDm,inf</b>	2368,80	0,027	0,099
<b>QDm,tot</b>	9136,80	0,106	0,381
<b>QDp,urb</b>	9475,20	0,110	0,395
<b>QDp,total</b>	11844,00	0,137	0,494
<b>QH<sub>p</sub> urb</b>	69327,36	0,802	2,889
<b>QH<sub>p</sub>,inf</b>	2368,80	0,027	0,099
<b>QH<sub>p</sub>,tot</b>	71696,16	0,830	2,987





La comprobación de máximos se hará con el caudal  $QH_{p,total}$  y las comprobaciones de mínimos con el caudal  $QH_{m,urb}$ , tal y como se ha explicado ya para el núcleo de A Igrexa.

#### Tramo Sur

Finalmente se proyecta un tramo al sur de la parroquia de Saiar, que dará servicio a las poblaciones de Calvelos, Gundiñás y Soutelo de Abaixo, y que en las inmediaciones de la localidad de Sequeiros reciben las aguas residuales del resto de redes existentes y proyectadas, para conducirlos a la EDAR también objeto de proyecto de este PFC.

Los tramos de Calvelos y Gundiñás son lineales, por lo que el total de los caudales se impondrán en el pozo de cabecera, de modo que se simplifique el cálculo de la red, no obstante en el caso de la población de Soutelo de Abaixo consta de un total de tres ramales. Aunque uno de ellos es mucho más largo que los otros dos, el caudal se repartirá de forma equitativa entre los tres, puesto que dan servicio aproximadamente al mismo número de viviendas.

Los caudales de estas tres poblaciones aparecen recogidos en el “Anejo 4.- dotaciones y caudales”, no obstante, se adjuntan también a continuación las tablas de estos.

Tabla 4.- Población Soutelo de Abaixo

	L/día	L/s	m³/h
<b>SOUTELO DE ABAJO</b>		55	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	7920,00	0,092	0,330
<b>QDm,inf</b>	2772,000	0,032	0,116
<b>QDm,tot</b>	10692,000	0,124	0,446
<b>QDp,urb</b>	11088,000	0,128	0,462
<b>QDp,total</b>	13860,0000	0,160	0,578
<b>QH<sub>p</sub> urb</b>	76336,734	0,884	3,181
<b>QH<sub>p</sub>,inf</b>	2772,000	0,032	0,116
<b>QH<sub>p</sub>,tot</b>	79108,734	0,916	3,296

Tabla 5.- Población en Gundiñás

	L/día	L/s	m³/h
<b>GUNDIÑANES</b>		30	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	4320,00	0,050	0,180
<b>QDm,inf</b>	1512,00	0,018	0,063
<b>QDm,tot</b>	5832,00	0,068	0,243
<b>QDp,urb</b>	6048,00	0,070	0,252
<b>QDp,total</b>	7560,00	0,088	0,315
<b>QH<sub>p</sub> urb</b>	52952,77	0,613	2,206
<b>QH<sub>p</sub>,inf</b>	1512,00	0,018	0,063
<b>QH<sub>p</sub>,tot</b>	54464,77	0,630	2,269

Tabla 6.- Población en Calvelos

	L/día	L/s	m³/h
<b>CALVELOS</b>		47	hab
<b>Dotación</b>		180	L/hab.día
<b>QDm,urb</b>	6768,00	0,078	0,282
<b>QDm,inf</b>	2368,800	0,027	0,099
<b>QDm,tot</b>	9136,800	0,106	0,381
<b>QDp,urb</b>	9475,200	0,110	0,395
<b>QDp,total</b>	11844,0000	0,137	0,494
<b>QH<sub>p</sub> urb</b>	69327,355	0,802	2,889
<b>QH<sub>p</sub>,inf</b>	2368,800	0,027	0,099
<b>QH<sub>p</sub>,tot</b>	71696,155	0,830	2,987

Los caudales del resto de poblaciones ya canalizadas que se unen a este tramo en la localidad de Sequeiros se encuentran recogidos en el “Anejo 4.- dotaciones y caudales” del presente proyecto.

### 6.3. MATERIALES Y DIÁMETROS

Según las condiciones establecidas por el PXOM podrán utilizarse cualquiera de los materiales prescritos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de tuberías de saneamiento de poblaciones (MOPU/86). Según dicho documento, los materiales normalmente empleados en la fabricación de tubos serán:

- Hormigón en masa o armado
- Amianto cemento
- Grés
- Policloruro de vinilo no plastificado
- Polietileno de alta densidad
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio

El material elegido es el policloruro de vinilo no plastificado. Este material presenta un buen comportamiento contra la corrosión por causa de las aguas residuales.

Es apto para temperaturas de las aguas residuales inferiores a 40°C de forma permanente, y cuando se transporten vertidos agresivos se tendrá que observar la UNE 53 389/85, ya que los compuestos derivados de acetatos, cloruros, éteres y sulfuros, etc., atacan al PVC.

No se utilizarán diámetros inferiores a **DN315** mm, aunque las velocidades puedan ser pequeñas, debido a los pequeños caudales existentes en una red de aguas residuales separativa con una población tan dispersa, y con tramos muy llanos. En el caso de que no se alcancen las velocidades mínimas estipuladas en las ITOHG se instalarán en cabecera de red, cámaras de descarga para su limpieza, con una capacidad mínima equivalente al volumen interior de 20 m de longitud de la canalización de la que se trate, siguiendo las recomendaciones del PXOM.





## 7. CÁLCULO DE CONDUCCIONES

El cálculo de las conducciones se realiza con la aplicación Alcantarillado del módulo de Infraestructuras Urbanas del programa CYPE Ingenieros. Para ello, además de conocer el caudal aportado en cada nodo hay que considerar lo siguiente:

- Dibujo en planta de la red, para que el programa conozca la longitud de los tramos y la ubicación de los nodos de consumo.
- Cota del terreno y profundidad del pozo en los nudos de aportación y cota del terreno en los nudos de transición. Para ello se tendrá en cuenta que las tuberías se encuentran a una profundidad mínima de 1,50 metros en residuales y 1,25 en pluviales.
- Material de la conducción. Como se ha explicado anteriormente, el material a utilizar en toda la red es el PVC, en concreto 1A 2000 TUBO UPVC, que es un tubo cilíndrico de PVC no plastificado de 2000 Kp/m<sup>2</sup> de presión nominal, clase 1A.
- Límites de velocidades.
- Límite superior: La velocidad máxima impuesta es de 6 m/seg, para evitar fenómenos de erosión y ruidos.
- Límite inferior: Suele emplearse 0.6 m/seg. En algún tramo no se cumple esta limitación pero se resuelve mediante la implantación de cámaras de descarga según se establece en el PXOM.
- Límites de pendientes: entre el 0.5 y el 15 %.
- Una vez introducidos los caudales correspondientes a cada nudo, se procede al cálculo de la instalación.
- Los diámetros utilizados serán: DN 315
- Como puede observarse en los listados de cálculo **las velocidades en las conducciones es baja, por lo que se colocarán cámaras de descarga en el inicio de todos los tramos.**

La comprobación de máximos se hará con el caudal  $QH_{p,total}$  y las comprobaciones de mínimos con el caudal  $QH_{m,urb}$  por lo que para cada uno de los tramos se incluirán dos modelos de simulación diferentes. Todos ellos utilizarán para los cálculos de velocidades la fórmula de Manning.



## APÉNDICE I: LISTADO DE CÁLCULO RED A IGREXA



COMPROBACIÓN DE MÁXIMOS

1. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE SANEAMIENTO

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales utilizados para esta instalación son:

1A 2000 TUBO PVC - Coeficiente de Manning: 0.00900

Descripción	Geometría	Dimensión	Diámetros mm
DN315	Circular	Diámetro	284.0

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

3. DESCRIPCIÓN DE TERRENOS

Las características de los terrenos a excavar se detallan a continuación.

Descripción	Lecho cm	Relleno cm	Ancho mínimo cm	Distancia lateral cm	Talud
Terrenos cohesivos	20	20	70	25	1/3

4. FORMULACIÓN

Para el cálculo de conducciones de saneamiento, se emplea la fórmula de Manning - Strickler.

$$Q = \frac{A \cdot Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

$$v = \frac{Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

donde:

- ⇒ Q es el caudal en m3/s
- ⇒ v es la velocidad del fluido en m/s
- ⇒ A es la sección de la lámina de fluido (m2).
- ⇒ Rh es el radio hidráulico de la lámina de fluido (m).
- ⇒ So es la pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción).
- ⇒ n es el coeficiente de Manning.

5. COMBINACIONES

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los aportes, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Fecales
Fecales	1.00

6. RESULTADOS

6.1 Listado de nudos

Combinación: Fecales				
Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
IGREX1	90.00	1.78	0.31900	
IGREX2	88.00	1.78	0.00000	
IGREX3	83.50	2.48	0.00000	
IGREX4	95.00	1.78	0.31900	
IGREX5	93.50	1.78	0.00000	
IGREX6	90.00	1.78	0.00000	
IGREX7	83.70	1.78	0.31900	
IGREX8	85.00	3.52	0.00000	
IGREX9	86.10	4.78	0.00000	
IGREX10	81.00	1.78	0.00000	
IGREX11	78.50	1.78	0.00000	
IGREX12	76.00	1.78	0.00000	
IGREX13	74.00	1.78	0.00000	
IGREX14	69.50	1.78	0.00000	
IGREX15	66.50	1.78	0.00000	
IGREX16	62.50	1.78	0.00000	
IGREX17	62.50	2.05	0.00000	
IGREX18	62.50	2.45	0.00000	
IGREX19	62.50	2.90	0.95700	

6.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Combinación: Fecales								
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
IGREX1	IGREX2	80.40	DN315	2.49	0.31900	8.69	0.56	Vel.< 0.6 m/s
IGREX2	IGREX3	61.14	DN315	7.36	0.31900	6.75	0.82	
IGREX3	IGREX9	40.09	DN315	0.50	-0.63800	17.49	-0.40	Vel.< 0.6 m/s
IGREX3	IGREX10	28.90	DN315	6.23	0.95700	11.71	1.08	
IGREX4	IGREX5	33.23	DN315	4.51	0.31900	7.56	0.69	
IGREX5	IGREX6	43.49	DN315	8.05	0.31900	6.61	0.84	
IGREX6	IGREX9	21.63	DN315	18.03	0.31900	5.48	1.11	



Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
IGREX7	IGREX8	87.92	DN315	0.50	0.31900	12.63	0.32	Vel. < 0.6 m/s
IGREX8	IGREX9	29.07	DN315	0.50	0.31900	12.63	0.32	Vel. < 0.6 m/s
IGREX10	IGREX11	26.37	DN315	9.48	0.95700	10.61	1.25	Vel.máx.
IGREX11	IGREX12	47.23	DN315	5.29	0.95700	12.16	1.02	
IGREX12	IGREX13	35.82	DN315	5.58	0.95700	12.01	1.04	
IGREX13	IGREX14	51.06	DN315	8.81	0.95700	10.79	1.21	
IGREX14	IGREX15	73.18	DN315	4.10	0.95700	12.91	0.93	
IGREX15	IGREX16	83.10	DN315	4.81	0.95700	12.43	0.98	
IGREX16	IGREX17	74.87	DN315	0.36	0.95700	22.84	0.40	Vel. < 0.6 m/s
IGREX17	IGREX18	79.58	DN315	0.50	0.95700	21.16	0.45	Vel. < 0.6 m/s
IGREX18	IGREX19	88.67	DN315	0.50	0.95700	21.16	0.45	Vel. < 0.6 m/s

## 7. ENVOLVENTE

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Envolvente de máximos							
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
IGREX1	IGREX2	80.40	DN315	2.49	0.31900	8.69	0.56
IGREX2	IGREX3	61.14	DN315	7.36	0.31900	6.75	0.82
IGREX3	IGREX9	40.09	DN315	0.50	0.63800	17.49	0.40
IGREX3	IGREX10	28.90	DN315	6.23	0.95700	11.71	1.08
IGREX4	IGREX5	33.23	DN315	4.51	0.31900	7.56	0.69
IGREX5	IGREX6	43.49	DN315	8.05	0.31900	6.61	0.84
IGREX6	IGREX9	21.63	DN315	18.03	0.31900	5.48	1.11
IGREX7	IGREX8	87.92	DN315	0.50	0.31900	12.63	0.32
IGREX8	IGREX9	29.07	DN315	0.50	0.31900	12.63	0.32
IGREX10	IGREX11	26.37	DN315	9.48	0.95700	10.61	1.25
IGREX11	IGREX12	47.23	DN315	5.29	0.95700	12.16	1.02
IGREX12	IGREX13	35.82	DN315	5.58	0.95700	12.01	1.04
IGREX13	IGREX14	51.06	DN315	8.81	0.95700	10.79	1.21
IGREX14	IGREX15	73.18	DN315	4.10	0.95700	12.91	0.93
IGREX15	IGREX16	83.10	DN315	4.81	0.95700	12.43	0.98
IGREX16	IGREX17	74.87	DN315	0.36	0.95700	22.84	0.40
IGREX17	IGREX18	79.58	DN315	0.50	0.95700	21.16	0.45
IGREX18	IGREX19	88.67	DN315	0.50	0.95700	21.16	0.45

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Envolvente de mínimos							
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
IGREX1	IGREX2	80.40	DN315	2.49	0.31900	8.69	0.56
IGREX2	IGREX3	61.14	DN315	7.36	0.31900	6.75	0.82

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
IGREX3	IGREX9	40.09	DN315	0.50	0.63800	17.49	0.40
IGREX3	IGREX10	28.90	DN315	6.23	0.95700	11.71	1.08
IGREX4	IGREX5	33.23	DN315	4.51	0.31900	7.56	0.69
IGREX5	IGREX6	43.49	DN315	8.05	0.31900	6.61	0.84
IGREX6	IGREX9	21.63	DN315	18.03	0.31900	5.48	1.11
IGREX7	IGREX8	87.92	DN315	0.50	0.31900	12.63	0.32
IGREX8	IGREX9	29.07	DN315	0.50	0.31900	12.63	0.32
IGREX10	IGREX11	26.37	DN315	9.48	0.95700	10.61	1.25
IGREX11	IGREX12	47.23	DN315	5.29	0.95700	12.16	1.02
IGREX12	IGREX13	35.82	DN315	5.58	0.95700	12.01	1.04
IGREX13	IGREX14	51.06	DN315	8.81	0.95700	10.79	1.21
IGREX14	IGREX15	73.18	DN315	4.10	0.95700	12.91	0.93
IGREX15	IGREX16	83.10	DN315	4.81	0.95700	12.43	0.98
IGREX16	IGREX17	74.87	DN315	0.36	0.95700	22.84	0.40
IGREX17	IGREX18	79.58	DN315	0.50	0.95700	21.16	0.45
IGREX18	IGREX19	88.67	DN315	0.50	0.95700	21.16	0.45

## 8. MEDICIÓN

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

1A 2000 TUBO PVC

Descripción	Longitud m
DN315	985.75

## 9. MEDICIÓN EXCAVACIÓN

Los volúmenes de tierra removidos para la ejecución de la obra son:

Descripción	Vol. excavado m³	Vol. arenas m³	Vol. zahorras m³
Terrenos cohesivos	2835.98	582.91	2194.34
Total	2835.98	582.91	2194.34

Volumen de tierras por tramos

Inicio	Final	Terreno Inicio m	Terreno Final m	Longitud m	Prof. Inicio m	Prof. Final m	Ancho fondo cm	Talud	Vol. excavado m³	Vol. arenas m³	Vol. zahorras m³	Superficie pavimento m²
IGREX1	IGREX2	83.65	87.65	80.40	1.78	1.78	80.00	1/3	16.04	3.74	10.90	29.44
IGREX2	IGREX3	87.65	83.15	61.14	1.78	1.78	80.00	1/3	134.33	39.12	91.34	115.51
IGREX3	IGREX9	83.15	85.75	40.09	2.38	4.78	80.00	1/3	272.13	25.60	243.99	123.51
IGREX3	IGREX10	83.15	80.65	28.90	2.48	1.78	80.00	1/3	84.03	18.49	63.71	61.33
IGREX4	IGREX5	94.65	93.15	33.23	1.78	1.78	80.00	1/3	73.01	21.26	49.64	62.78
IGREX5	IGREX6	93.15	89.65	43.49	1.78	1.78	80.00	1/3	95.55	27.82	64.97	82.17
IGREX6	IGREX9	89.65	85.75	21.63	1.78	1.78	80.00	1/3	47.52	13.84	32.31	40.86
IGREX7	IGREX8	83.35	84.65	87.92	1.78	3.52	80.00	1/3	365.30	56.24	303.48	217.06





Inicio	Final	Terreno Inicio m	Terreno Final m	Longitud m	Prof. Inicio m	Prof. Final m	Ancho fondo cm	Talud	Vol. excavado m³	Vol. arenas m³	Vol. zahorras m³	Superficie pavimento m²
IGREX8	IGREX9	84.65	85.75	29.07	3.52	4.77	80.00	1/3	248.56	18.58	228.14	100.61
IGREX10	IGREX11	80.65	78.15	26.37	1.78	1.78	80.00	1/3	57.94	16.87	39.40	49.82
IGREX11	IGREX12	78.15	75.65	47.23	1.78	1.78	80.00	1/3	103.76	30.22	70.56	89.23
IGREX12	IGREX13	75.65	73.65	35.82	1.78	1.78	80.00	1/3	78.71	22.92	53.52	67.68
IGREX13	IGREX14	73.65	69.15	51.06	1.78	1.78	80.00	1/3	112.20	32.67	76.29	96.48
IGREX14	IGREX15	69.15	66.15	73.18	1.78	1.78	80.00	1/3	160.79	46.82	109.33	138.26
IGREX15	IGREX16	66.15	62.15	83.10	1.78	1.78	80.00	1/3	182.59	53.17	124.16	157.01
IGREX16	IGREX17	62.15	62.15	74.87	1.78	2.05	80.00	1/3	184.21	47.90	131.56	148.21
IGREX17	IGREX18	62.15	62.15	79.58	2.05	2.45	80.00	1/3	251.57	50.92	195.61	175.27
IGREX18	IGREX19	62.15	62.15	88.67	2.45	2.90	80.00	1/3	367.75	56.73	305.41	220.14

Número de pozos por profundidades

Profundidad m	Número de pozos
1.78	13
2.48	1
2.05	1
2.45	1
2.90	1
4.78	1
3.52	1
Total	19



COMPROBACIÓN DE MÍNIMOS

1. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE SANEAMIENTO

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales utilizados para esta instalación son:

1A 2000 TUBO PVC - Coeficiente de Manning: 0.00900

Descripción	Geometría	Dimensión	Diámetros mm
DN315	Circular	Diámetro	284.0

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

3. DESCRIPCIÓN DE TERRENOS

Las características de los terrenos a excavar se detallan a continuación.

Descripción	Lecho cm	Relleno cm	Ancho mínimo cm	Distancia lateral cm	Talud
Terrenos cohesivos	20	20	70	25	1/3

4. FORMULACIÓN

Para el cálculo de conducciones de saneamiento, se emplea la fórmula de Manning - Strickler.

$$Q = \frac{A \cdot Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

$$v = \frac{Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

donde:

- ⇒ Q es el caudal en m3/s
- ⇒ v es la velocidad del fluido en m/s
- ⇒ A es la sección de la lámina de fluido (m2).
- ⇒ Rh es el radio hidráulico de la lámina de fluido (m).

⇒ So es la pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción).

⇒ n es el coeficiente de Manning.

5. COMBINACIONES

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los aportes, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Fecales
Fecales	1.00

6. RESULTADOS

6.1 Listado de nudos

Combinación: Fecales				
Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
IGREX1	90.00	1.78	0.03300	
IGREX2	88.00	1.78	0.00000	
IGREX3	83.50	2.48	0.00000	
IGREX4	95.00	1.78	0.03300	
IGREX5	93.50	1.78	0.00000	
IGREX6	90.00	1.78	0.00000	
IGREX7	83.70	1.78	0.03300	
IGREX8	85.00	3.52	0.00000	
IGREX9	86.10	4.78	0.00000	
IGREX10	81.00	1.78	0.00000	
IGREX11	78.50	1.78	0.00000	
IGREX12	76.00	1.78	0.00000	
IGREX13	74.00	1.78	0.00000	
IGREX14	69.50	1.78	0.00000	
IGREX15	66.50	1.78	0.00000	
IGREX16	62.50	1.78	0.00000	
IGREX17	62.50	2.05	0.00000	
IGREX18	62.50	2.45	0.00000	
IGREX19	62.50	2.90	0.09900	



6.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Combinación: Fecales								
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
IGREX1	IGREX2	80.40	DN315	2.49	0.03300	3.03	0.28	Vel. < 0.6 m/s
IGREX2	IGREX3	61.14	DN315	7.36	0.03300	2.36	0.41	Vel. < 0.6 m/s
IGREX3	IGREX9	40.09	DN315	0.50	-0.06600	6.07	-0.20	Vel. < 0.6 m/s
IGREX3	IGREX10	28.90	DN315	6.23	0.09900	4.08	0.54	Vel. < 0.6 m/s
IGREX4	IGREX5	33.23	DN315	4.51	0.03300	2.64	0.34	Vel. < 0.6 m/s
IGREX5	IGREX6	43.49	DN315	8.05	0.03300	2.31	0.42	Vel. < 0.6 m/s
IGREX6	IGREX9	21.63	DN315	18.03	0.03300	1.92	0.55	Vel. < 0.6 m/s
IGREX7	IGREX8	87.92	DN315	0.50	0.03300	4.40	0.16	Vel. < 0.6 m/s
IGREX8	IGREX9	29.07	DN315	0.50	0.03300	4.40	0.16	Vel. < 0.6 m/s
IGREX10	IGREX11	26.37	DN315	9.48	0.09900	3.70	0.62	Vel.máx.
IGREX11	IGREX12	47.23	DN315	5.29	0.09900	4.23	0.51	Vel. < 0.6 m/s
IGREX12	IGREX13	35.82	DN315	5.58	0.09900	4.18	0.52	Vel. < 0.6 m/s
IGREX13	IGREX14	51.06	DN315	8.81	0.09900	3.76	0.61	
IGREX14	IGREX15	73.18	DN315	4.10	0.09900	4.49	0.47	Vel. < 0.6 m/s
IGREX15	IGREX16	83.10	DN315	4.81	0.09900	4.33	0.49	Vel. < 0.6 m/s
IGREX16	IGREX17	74.87	DN315	0.36	0.09900	7.89	0.20	Vel. < 0.6 m/s
IGREX17	IGREX18	79.58	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22	Vel. < 0.6 m/s
IGREX18	IGREX19	88.67	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22	Vel. < 0.6 m/s

IGREX17	IGREX18	79.58	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22
IGREX18	IGREX19	88.67	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Envolvente de mínimos							
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
IGREX1	IGREX2	80.40	DN315	2.49	0.03300	3.03	0.28
IGREX2	IGREX3	61.14	DN315	7.36	0.03300	2.36	0.41
IGREX3	IGREX9	40.09	DN315	0.50	0.06600	6.07	0.20
IGREX3	IGREX10	28.90	DN315	6.23	0.09900	4.08	0.54
IGREX4	IGREX5	33.23	DN315	4.51	0.03300	2.64	0.34
IGREX5	IGREX6	43.49	DN315	8.05	0.03300	2.31	0.42
IGREX6	IGREX9	21.63	DN315	18.03	0.03300	1.92	0.55
IGREX7	IGREX8	87.92	DN315	0.50	0.03300	4.40	0.16
IGREX8	IGREX9	29.07	DN315	0.50	0.03300	4.40	0.16
IGREX10	IGREX11	26.37	DN315	9.48	0.09900	3.70	0.62
IGREX11	IGREX12	47.23	DN315	5.29	0.09900	4.23	0.51
IGREX12	IGREX13	35.82	DN315	5.58	0.09900	4.18	0.52
IGREX13	IGREX14	51.06	DN315	8.81	0.09900	3.76	0.61
IGREX14	IGREX15	73.18	DN315	4.10	0.09900	4.49	0.47
IGREX15	IGREX16	83.10	DN315	4.81	0.09900	4.33	0.49
IGREX16	IGREX17	74.87	DN315	0.36	0.09900	7.89	0.20
IGREX17	IGREX18	79.58	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22
IGREX18	IGREX19	88.67	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22

7. ENVOLVENTE

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Envolvente de máximos							
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
IGREX1	IGREX2	80.40	DN315	2.49	0.03300	3.03	0.28
IGREX2	IGREX3	61.14	DN315	7.36	0.03300	2.36	0.41
IGREX3	IGREX9	40.09	DN315	0.50	0.06600	6.07	0.20
IGREX3	IGREX10	28.90	DN315	6.23	0.09900	4.08	0.54
IGREX4	IGREX5	33.23	DN315	4.51	0.03300	2.64	0.34
IGREX5	IGREX6	43.49	DN315	8.05	0.03300	2.31	0.42
IGREX6	IGREX9	21.63	DN315	18.03	0.03300	1.92	0.55
IGREX7	IGREX8	87.92	DN315	0.50	0.03300	4.40	0.16
IGREX8	IGREX9	29.07	DN315	0.50	0.03300	4.40	0.16
IGREX10	IGREX11	26.37	DN315	9.48	0.09900	3.70	0.62
IGREX11	IGREX12	47.23	DN315	5.29	0.09900	4.23	0.51
IGREX12	IGREX13	35.82	DN315	5.58	0.09900	4.18	0.52
IGREX13	IGREX14	51.06	DN315	8.81	0.09900	3.76	0.61
IGREX14	IGREX15	73.18	DN315	4.10	0.09900	4.49	0.47
IGREX15	IGREX16	83.10	DN315	4.81	0.09900	4.33	0.49
IGREX16	IGREX17	74.87	DN315	0.36	0.09900	7.89	0.20

8. MEDICIÓN

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

1A 2000 TUBO PVC

Descripción	Longitud m
DN315	985.75

9. MEDICIÓN EXCAVACIÓN

Los volúmenes de tierra removidos para la ejecución de la obra son:

Descripción	Vol. excavado m³	Vol. arenas m³	Vol. zahorras m³
Terrenos cohesivos	2835.98	582.91	2194.34
Total	2835.98	582.91	2194.34



Volumen de tierras por tramos

Inicio	Final	Terreno Inicio m	Terreno Final m	Longitud m	Prof. Inicio m	Prof. Final m	Ancho fondo cm	Talud	Vol. excavado m³	Vol. arenas m³	Vol. zahorras m³	Superficie pavimento m²
IGREX1	IGREX2	83.65	87.65	80.40	1.78	1.78	80.00	1/3	16.04	3.74	10.90	29.44
IGREX2	IGREX3	87.65	83.15	61.14	1.78	1.78	80.00	1/3	134.33	39.12	91.34	115.51
IGREX3	IGREX9	83.15	85.75	40.09	2.38	4.78	80.00	1/3	272.13	25.60	243.99	123.51
IGREX3	IGREX10	83.15	80.65	28.90	2.48	1.78	80.00	1/3	84.03	18.49	63.71	61.33
IGREX4	IGREX5	94.65	93.15	33.23	1.78	1.78	80.00	1/3	73.01	21.26	49.64	62.78
IGREX5	IGREX6	93.15	89.65	43.49	1.78	1.78	80.00	1/3	95.55	27.82	64.97	82.17
IGREX6	IGREX9	89.65	85.75	21.63	1.78	1.78	80.00	1/3	47.52	13.84	32.31	40.86
IGREX7	IGREX8	83.35	84.65	87.92	1.78	3.52	80.00	1/3	365.30	56.24	303.48	217.06
IGREX8	IGREX9	84.65	85.75	29.07	3.52	4.77	80.00	1/3	248.56	18.58	228.14	100.61
IGREX10	IGREX11	80.65	78.15	26.37	1.78	1.78	80.00	1/3	57.94	16.87	39.40	49.82
IGREX11	IGREX12	78.15	75.65	47.23	1.78	1.78	80.00	1/3	103.76	30.22	70.56	89.23
IGREX12	IGREX13	75.65	73.65	35.82	1.78	1.78	80.00	1/3	78.71	22.92	53.52	67.68
IGREX13	IGREX14	73.65	69.15	51.06	1.78	1.78	80.00	1/3	112.20	32.67	76.29	96.48
IGREX14	IGREX15	69.15	66.15	73.18	1.78	1.78	80.00	1/3	160.79	46.82	109.33	138.26
IGREX15	IGREX16	66.15	62.15	83.10	1.78	1.78	80.00	1/3	182.59	53.17	124.16	157.01
IGREX16	IGREX17	62.15	62.15	74.87	1.78	2.05	80.00	1/3	184.21	47.90	131.56	148.21
IGREX17	IGREX18	62.15	62.15	79.58	2.05	2.45	80.00	1/3	251.57	50.92	195.61	175.27
IGREX18	IGREX19	62.15	62.15	88.67	2.45	2.90	80.00	1/3	367.75	56.73	305.41	220.14

Número de pozos por profundidades

Profundidad m	Número de pozos
1.78	13
2.48	1
2.05	1
2.45	1
2.90	1
4.78	1
3.52	1
Total	19





## APÉNDICE II: LISTADO DE CÁLCULO RED PARA IMA



COMPROBACIÓN DE MÁXIMOS

1. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE SANEAMIENTO

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales utilizados para esta instalación son:

1A 2000 TUBO PVC - Coeficiente de Manning: 0.00900

Descripción	Geometría	Dimensión	Diámetros mm
DN315	Circular	Diámetro	284.0

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

3. DESCRIPCIÓN DE TERRENOS

Las características de los terrenos a excavar se detallan a continuación.

Descripción	Lecho cm	Relleno cm	Ancho mínimo cm	Distancia lateral cm	Talud
Terrenos cohesivos	20	20	70	25	1/3

4. FORMULACIÓN

Para el cálculo de conducciones de saneamiento, se emplea la fórmula de Manning - Strickler.

$$Q = \frac{A \cdot Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$
$$v = \frac{Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

donde:

- ⇒ Q es el caudal en m3/s
- ⇒ v es la velocidad del fluido en m/s
- ⇒ A es la sección de la lámina de fluido (m2).
- ⇒ Rh es el radio hidráulico de la lámina de fluido (m).
- ⇒ So es la pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción).

⇒ n es el coeficiente de Manning.

5. COMBINACIONES

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los aportes, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Fecales
Fecales	1.00

6. RESULTADOS

6.1 Listado de nudos

Combinación: Fecales				
Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
PARAI1	71.00	1.78	0.55000	
PARAI2	71.00	2.52	0.00000	
PARAI3	65.00	1.78	0.00000	
PARAI4	58.90	1.78	0.00000	
PARAI5	58.00	1.78	0.00000	
PARAI6	57.50	1.78	0.00000	
PARAI7	55.00	1.78	0.00000	
PARAI8	50.00	1.78	0.00000	
PARAI9	50.00	2.28	0.00000	
PARAI10	50.00	2.81	0.00000	
PARAI11	49.00	2.24	0.00000	
PARAI12	48.50	2.18	0.00000	
PARAI13	62.00	1.78	0.28000	
PARAI14	60.10	1.78	0.00000	
PARAI15	52.50	1.78	0.00000	
PARAI16	47.35	1.79	0.00000	
PARAI17	45.00	1.79	0.83000	

6.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Combinación: Fecales								
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
PARAI1	PARAI2	73.57	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48	Vel. < 0.6 m/s
PARAI2	PARAI3	78.83	DN315	6.67	0.55000	8.90	0.93	
PARAI3	PARAI4	75.11	DN315	8.12	0.55000	8.50	1.00	
PARAI4	PARAI5	59.91	DN315	1.50	0.55000	12.60	0.55	Vel. < 0.6 m/s
PARAI5	PARAI6	62.54	DN315	0.80	0.55000	14.60	0.45	Vel. < 0.6 m/s



PARAI6	PARAI7	38.16	DN315	6.55	0.55000	8.93	0.93	Vel.máx. Vel.< 0.6 m/s Vel.< 0.6 m/s Vel.< 0.6 m/s Vel.< 0.6 m/s
PARAI7	PARAI8	36.04	DN315	13.87	0.55000	7.50	1.20	
PARAI8	PARAI9	50.06	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48	
PARAI9	PARAI10	52.35	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48	
PARAI10	PARAI11	43.26	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48	
PARAI11	PARAI12	43.84	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48	
PARAI12	PARAI16	58.47	DN315	1.30	0.55000	13.03	0.53	
PARAI13	PARAI14	28.65	DN315	6.63	0.28000	6.51	0.76	
PARAI14	PARAI15	44.43	DN315	17.11	0.28000	5.22	1.05	
PARAI15	PARAI16	62.47	DN315	8.24	0.28000	6.19	0.81	
PARAI16	PARAI17	68.16	DN315	3.45	0.83000	12.58	0.84	

PARAI8	PARAI9	50.06	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48
PARAI9	PARAI10	52.35	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48
PARAI10	PARAI11	43.26	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48
PARAI11	PARAI12	43.84	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48
PARAI12	PARAI16	58.47	DN315	1.30	0.55000	13.03	0.53
PARAI13	PARAI14	28.65	DN315	6.63	0.28000	6.51	0.76
PARAI14	PARAI15	44.43	DN315	17.11	0.28000	5.22	1.05
PARAI15	PARAI16	62.47	DN315	8.24	0.28000	6.19	0.81
PARAI16	PARAI17	68.16	DN315	3.45	0.83000	12.58	0.84

7. ENVOLVENTE

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Envolvente de máximos							
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
PARAI1	PARAI2	73.57	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48
PARAI2	PARAI3	78.83	DN315	6.67	0.55000	8.90	0.93
PARAI3	PARAI4	75.11	DN315	8.12	0.55000	8.50	1.00
PARAI4	PARAI5	59.91	DN315	1.50	0.55000	12.60	0.55
PARAI5	PARAI6	62.54	DN315	0.80	0.55000	14.60	0.45
PARAI6	PARAI7	38.16	DN315	6.55	0.55000	8.93	0.93
PARAI7	PARAI8	36.04	DN315	13.87	0.55000	7.50	1.20
PARAI8	PARAI9	50.06	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48
PARAI9	PARAI10	52.35	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48
PARAI10	PARAI11	43.26	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48
PARAI11	PARAI12	43.84	DN315	1.00	0.55000	13.86	0.48
PARAI12	PARAI16	58.47	DN315	1.30	0.55000	13.03	0.53
PARAI13	PARAI14	28.65	DN315	6.63	0.28000	6.51	0.76
PARAI14	PARAI15	44.43	DN315	17.11	0.28000	5.22	1.05
PARAI15	PARAI16	62.47	DN315	8.24	0.28000	6.19	0.81
PARAI16	PARAI17	68.16	DN315	3.45	0.83000	12.58	0.84

8. MEDICIÓN

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

1A 2000 TUBO PVC

Descripción	Longitud m
DN315	875.85

Número de pozos por profundidades

Profundidad m	Número de pozos
1.78	12
2.81	1
2.18	1
2.24	1
2.28	1
2.52	1
Total	17

9. MEDICIÓN EXCAVACIÓN

Los volúmenes de tierra removidos para la ejecución de la obra son:

Descripción	Vol. excavado m³	Vol. arenas m³	Vol. zahorras m³
Terrenos cohesivos	2280.12	560.36	1664.28
Total	2280.12	560.36	1664.28

Volumen de tierras por tramos

Inicio	Final	Terreno Inicio m	Terreno Final m	Longitud m	Prof. Inicio m	Prof. Final m	Ancho fondo cm	Talud	Vol. excavado m³	Vol. arenas m³	Vol. zahorras m³	Superficie pavimento m²
PARAI1	PARAI2	70.65	70.65	73.57	1.78	2.52	80.00	1/3	216.80	47.07	165.08	157.02
PARAI2	PARAI3	70.65	64.65	78.83	2.52	1.78	80.00	1/3	232.67	50.44	177.24	168.37



PARAI3	PARAI4	64.65	58.55	75.11	1.78	1.78	80.00	1/3	165.03	48.06	112.22	141.91
PARAI4	PARAI5	58.55	57.65	59.91	1.78	1.78	80.00	1/3	131.63	38.33	89.50	113.19
PARAI5	PARAI6	57.65	57.15	62.54	1.78	1.78	80.00	1/3	137.42	40.02	93.44	118.17
PARAI6	PARAI7	57.15	54.65	38.16	1.78	1.78	80.00	1/3	83.84	24.41	57.01	72.09
PARAI7	PARAI8	54.65	49.65	36.04	1.78	1.78	80.00	1/3	79.18	23.06	53.84	68.09
PARAI8	PARAI9	49.65	49.65	50.06	1.78	2.28	80.00	1/3	134.93	32.03	99.73	102.93
PARAI9	PARAI10	49.65	49.65	52.35	2.28	2.81	80.00	1/3	200.85	33.49	164.04	125.51
PARAI10	PARAI11	49.65	48.65	43.26	2.81	2.24	80.00	1/3	163.72	27.67	133.31	103.07
PARAI11	PARAI12	48.65	48.15	43.84	2.24	2.18	80.00	1/3	134.24	28.05	103.41	95.27
PARAI12	PARAI16	48.15	47.00	58.47	2.18	1.79	80.00	1/3	151.51	37.41	110.40	118.26
PARAI13	PARAI14	61.65	59.75	28.65	1.78	1.78	80.00	1/3	62.96	18.33	42.81	54.14
PARAI14	PARAI15	59.75	52.15	44.43	1.78	1.78	80.00	1/3	97.61	28.42	66.38	83.94
PARAI15	PARAI16	52.15	47.00	62.47	1.78	1.78	80.00	1/3	137.25	39.97	93.33	118.02
PARAI16	PARAI17	47.00	44.65	68.16	1.79	1.79	80.00	1/3	150.46	43.61	102.53	129.03

Número de pozos por profundidades

Profundidad m	Número de pozos
1.78	12
2.81	1
2.18	1
2.24	1
2.28	1
2.52	1
Total	17





COMPROBACIÓN DE MÍNIMOS

1. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE SANEAMIENTO

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales utilizados para esta instalación son:

1A 2000 TUBO PVC - Coeficiente de Manning: 0.00900

Descripción	Geometría	Dimensión	Diámetros mm
DN315	Circular	Diámetro	284.0

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

3. DESCRIPCIÓN DE TERRENOS

Las características de los terrenos a excavar se detallan a continuación.

Descripción	Lecho cm	Relleno cm	Ancho mínimo cm	Distancia lateral cm	Talud
Terrenos cohesivos	20	20	70	25	1/3

4. FORMULACIÓN

Para el cálculo de conducciones de saneamiento, se emplea la fórmula de Manning - Strickler.

$$Q = \frac{A \cdot Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

$$v = \frac{Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

donde:

- ⇒ Q es el caudal en m3/s
- ⇒ v es la velocidad del fluido en m/s
- ⇒ A es la sección de la lámina de fluido (m2).
- ⇒ Rh es el radio hidráulico de la lámina de fluido (m).

- ⇒ So es la pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción).
- ⇒ n es el coeficiente de Manning.

5. COMBINACIONES

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los aportes, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Fecales
Fecales	1.00

6. RESULTADOS

6.1 Listado de nudos

Combinación: Fecales				
Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
PARAI1	71.00	1.78	0.05200	
PARAI2	71.00	2.52	0.00000	
PARAI3	65.00	1.78	0.00000	
PARAI4	58.90	1.78	0.00000	
PARAI5	58.00	1.78	0.00000	
PARAI6	57.50	1.78	0.00000	
PARAI7	55.00	1.78	0.00000	
PARAI8	50.00	1.78	0.00000	
PARAI9	50.00	2.28	0.00000	
PARAI10	50.00	2.81	0.00000	
PARAI11	49.00	2.24	0.00000	
PARAI12	48.50	2.18	0.00000	
PARAI13	62.00	1.78	0.02600	
PARAI14	60.10	1.78	0.00000	
PARAI15	52.50	1.78	0.00000	
PARAI16	47.35	1.79	0.00000	
PARAI17	45.00	1.79	0.07800	

6.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Combinación: Fecales								
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
PARAI1	PARAI2	73.57	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23	Vel.< 0.6 m/s
PARAI2	PARAI3	78.83	DN315	6.67	0.05200	2.98	0.45	Vel.< 0.6 m/s
PARAI3	PARAI4	75.11	DN315	8.12	0.05200	2.85	0.48	Vel.< 0.6 m/s
PARAI4	PARAI5	59.91	DN315	1.50	0.05200	4.21	0.27	Vel.< 0.6 m/s
PARAI5	PARAI6	62.54	DN315	0.80	0.05200	4.87	0.22	Vel.< 0.6 m/s



PARAI6	PARAI7	38.16	DN315	6.55	0.05200	2.99	0.45	Vel.< 0.6 m/s
PARAI7	PARAI8	36.04	DN315	13.87	0.05200	2.51	0.58	Vel.< 0.6 m/s
PARAI8	PARAI9	50.06	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23	Vel.< 0.6 m/s
PARAI9	PARAI10	52.35	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23	Vel.< 0.6 m/s
PARAI10	PARAI11	43.26	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23	Vel.< 0.6 m/s
PARAI11	PARAI12	43.84	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23	Vel.< 0.6 m/s
PARAI12	PARAI16	58.47	DN315	1.30	0.05200	4.35	0.26	Vel.< 0.6 m/s
PARAI13	PARAI14	28.65	DN315	6.63	0.02600	2.16	0.36	Vel.< 0.6 m/s
PARAI14	PARAI15	44.43	DN315	17.11	0.02600	1.74	0.51	Vel.< 0.6 m/s
PARAI15	PARAI16	62.47	DN315	8.24	0.02600	2.06	0.39	Vel.< 0.6 m/s
PARAI16	PARAI17	68.16	DN315	3.45	0.07800	4.19	0.41	Vel.< 0.6 m/s

PARAI8	PARAI9	50.06	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23
PARAI9	PARAI10	52.35	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23
PARAI10	PARAI11	43.26	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23
PARAI11	PARAI12	43.84	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23
PARAI12	PARAI16	58.47	DN315	1.30	0.05200	4.35	0.26
PARAI13	PARAI14	28.65	DN315	6.63	0.02600	2.16	0.36
PARAI14	PARAI15	44.43	DN315	17.11	0.02600	1.74	0.51
PARAI15	PARAI16	62.47	DN315	8.24	0.02600	2.06	0.39
PARAI16	PARAI17	68.16	DN315	3.45	0.07800	4.19	0.41

7. ENVOLVENTE

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Envolvente de máximos							
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
PARAI1	PARAI2	73.57	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23
PARAI2	PARAI3	78.83	DN315	6.67	0.05200	2.98	0.45
PARAI3	PARAI4	75.11	DN315	8.12	0.05200	2.85	0.48
PARAI4	PARAI5	59.91	DN315	1.50	0.05200	4.21	0.27
PARAI5	PARAI6	62.54	DN315	0.80	0.05200	4.87	0.22
PARAI6	PARAI7	38.16	DN315	6.55	0.05200	2.99	0.45
PARAI7	PARAI8	36.04	DN315	13.87	0.05200	2.51	0.58
PARAI8	PARAI9	50.06	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23
PARAI9	PARAI10	52.35	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23
PARAI10	PARAI11	43.26	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23
PARAI11	PARAI12	43.84	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23
PARAI12	PARAI16	58.47	DN315	1.30	0.05200	4.35	0.26
PARAI13	PARAI14	28.65	DN315	6.63	0.02600	2.16	0.36
PARAI14	PARAI15	44.43	DN315	17.11	0.02600	1.74	0.51
PARAI15	PARAI16	62.47	DN315	8.24	0.02600	2.06	0.39
PARAI16	PARAI17	68.16	DN315	3.45	0.07800	4.19	0.41

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Envolvente de mínimos							
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
PARAI1	PARAI2	73.57	DN315	1.00	0.05200	4.62	0.23
PARAI2	PARAI3	78.83	DN315	6.67	0.05200	2.98	0.45
PARAI3	PARAI4	75.11	DN315	8.12	0.05200	2.85	0.48
PARAI4	PARAI5	59.91	DN315	1.50	0.05200	4.21	0.27
PARAI5	PARAI6	62.54	DN315	0.80	0.05200	4.87	0.22
PARAI6	PARAI7	38.16	DN315	6.55	0.05200	2.99	0.45
PARAI7	PARAI8	36.04	DN315	13.87	0.05200	2.51	0.58

8. MEDICIÓN

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

1A 2000 TUBO PVC

Descripción	Longitud m
DN315	875.85

Número de pozos por profundidades

Profundidad m	Número de pozos
1.78	12
2.81	1
2.18	1
2.24	1
2.28	1
2.52	1
Total	17

9. MEDICIÓN EXCAVACIÓN

Los volúmenes de tierra removidos para la ejecución de la obra son:

Descripción	Vol. excavado m³	Vol. arenas m³	Vol. zahorras m³
Terrenos cohesivos	2280.12	560.36	1664.28
Total	2280.12	560.36	1664.28

Volumen de tierras por tramos

Inicio	Final	Terreno Inicio m	Terreno Final m	Longitud m	Prof. Inicio m	Prof. Final m	Ancho fondo cm	Talud	Vol. excavado m³	Vol. arenas m³	Vol. zahorras m³	Superficie pavimento m²
--------	-------	------------------------	-----------------------	---------------	----------------------	---------------------	----------------------	-------	------------------------	----------------------	------------------------	-------------------------------



PARAI1	PARAI2	70.65	70.65	73.57	1.78	2.52	80.00	1/3	216.80	47.07	165.08	157.02
PARAI2	PARAI3	70.65	64.65	78.83	2.52	1.78	80.00	1/3	232.67	50.44	177.24	168.37
PARAI3	PARAI4	64.65	58.55	75.11	1.78	1.78	80.00	1/3	165.03	48.06	112.22	141.91
PARAI4	PARAI5	58.55	57.65	59.91	1.78	1.78	80.00	1/3	131.63	38.33	89.50	113.19
PARAI5	PARAI6	57.65	57.15	62.54	1.78	1.78	80.00	1/3	137.42	40.02	93.44	118.17
PARAI6	PARAI7	57.15	54.65	38.16	1.78	1.78	80.00	1/3	83.84	24.41	57.01	72.09
PARAI7	PARAI8	54.65	49.65	36.04	1.78	1.78	80.00	1/3	79.18	23.06	53.84	68.09
PARAI8	PARAI9	49.65	49.65	50.06	1.78	2.28	80.00	1/3	134.93	32.03	99.73	102.93
PARAI9	PARAI10	49.65	49.65	52.35	2.28	2.81	80.00	1/3	200.85	33.49	164.04	125.51
PARAI10	PARAI11	49.65	48.65	43.26	2.81	2.24	80.00	1/3	163.72	27.67	133.31	103.07
PARAI11	PARAI12	48.65	48.15	43.84	2.24	2.18	80.00	1/3	134.24	28.05	103.41	95.27
PARAI12	PARAI16	48.15	47.00	58.47	2.18	1.79	80.00	1/3	151.51	37.41	110.40	118.26
PARAI13	PARAI14	61.65	59.75	28.65	1.78	1.78	80.00	1/3	62.96	18.33	42.81	54.14
PARAI14	PARAI15	59.75	52.15	44.43	1.78	1.78	80.00	1/3	97.61	28.42	66.38	83.94
PARAI15	PARAI16	52.15	47.00	62.47	1.78	1.78	80.00	1/3	137.25	39.97	93.33	118.02
PARAI16	PARAI17	47.00	44.65	68.16	1.79	1.79	80.00	1/3	150.46	43.61	102.53	129.03

Número de pozos por profundidades

Profundidad m	Número de pozos
1.78	12
2.81	1
2.18	1
2.24	1
2.28	1
2.52	1
Total	17



### APÉNDICE III: LISTADO DE CÁLCULO RED SUR





COMPROBACIÓN DE MÁXIMOS

1. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE SANEAMIENTO

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales utilizados para esta instalación son:

1A 2000 TUBO PVC - Coeficiente de Manning: 0.00900

Descripción	Geometría	Dimensión	Diámetros mm
DN315	Circular	Diámetro	284.0

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

3. DESCRIPCIÓN DE TERRENOS

Las características de los terrenos a excavar se detallan a continuación.

Descripción	Lecho cm	Relleno cm	Ancho mínimo cm	Distancia lateral cm	Talud
Terrenos cohesivos	20	20	70	25	1/3

4. FORMULACIÓN

Para el cálculo de conducciones de saneamiento, se emplea la fórmula de Manning - Strickler.

$$Q = \frac{A \cdot Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$
$$v = \frac{Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

donde:

- ⇒ Q es el caudal en m3/s
- ⇒ v es la velocidad del fluido en m/s
- ⇒ A es la sección de la lámina de fluido (m2).
- ⇒ Rh es el radio hidráulico de la lámina de fluido (m).

- ⇒ So es la pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción).
- ⇒ n es el coeficiente de Manning.

5. COMBINACIONES

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los aportes, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Fecales
Fecales	1.00
Fecales+Pluviales	1.00

6. RESULTADOS

6.1 Listado de nudos

Combinación: Fecales				
Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
CALV1	72.30	1.78	0.83000	
CALV2	70.00	1.78	0.00000	
CALV3	67.20	1.78	0.00000	
CALV4	65.00	1.78	0.00000	
CALV5	62.50	1.78	0.00000	
CALV6	62.50	3.17	0.00000	
CALV7	60.00	1.79	0.00000	
CALV8	59.00	1.79	0.00000	
CALV9	58.10	1.79	0.00000	
CALV10	56.30	1.79	0.00000	
CALV11	50.00	1.79	0.00000	
CALV12	39.00	1.79	0.00000	
CALV13	35.59	1.79	0.00000	
CALV14	30.00	1.79	0.00000	
CALV16	29.35	2.15	0.00000	
CALV17	28.43	1.98	0.00000	
CALV18	27.50	1.78	0.00000	
CALV19	28.22	2.96	0.00000	
CALV20	30.00	5.01	10.40000	
CALV21	28.44	3.61	0.00000	
CALV22	26.20	1.80	0.00000	
CALV23	23.15	1.80	0.00000	
CALV24	22.50	1.80	0.00000	
CALV25	21.50	1.80	0.00000	
CALV26	20.00	1.80	0.00000	
CALV27	20.45	2.53	0.00000	



Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
CALV28	21.00	3.31	0.00000	
EDAR	21.20	3.80	12.79000	
GUND1	32.50	1.78	0.63000	
GUND2	31.00	1.78	0.00000	
GUND3	27.00	1.78	0.00000	
GUND4	26.40	1.78	0.00000	
GUND5	25.37	1.78	0.00000	
SA1	47.50	1.78	0.31000	
SA2	47.00	1.78	0.00000	
SA3	44.35	1.78	0.00000	
SA4	44.35	2.01	0.00000	
SA5	42.45	1.78	0.00000	
SA6	38.20	1.78	0.00000	
SA7	38.05	1.78	0.00000	
SA8	35.00	2.14	0.00000	
SA9	43.00	1.78	0.00000	
SA10	47.10	2.06	0.00000	
SA11	49.90	1.78	0.31000	
SA12	47.10	1.78	0.31000	
SA13	35.00	1.78	0.00000	
SA14	35.00	2.21	0.00000	
SA15	35.00	2.35	0.00000	
SA16	35.00	2.53	0.00000	
SA17	33.50	1.78	0.00000	
SA18	32.20	1.78	0.00000	
SA19	27.30	1.78	0.00000	
SA20	24.50	1.78	0.00000	
SA21	24.25	1.78	0.00000	
SA22	21.49	1.78	0.00000	

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
CALV10	CALV11	58.08	DN315	10.85	0.83000	9.62	1.25	
CALV11	CALV12	43.16	DN315	25.48	0.83000	7.89	1.68	
CALV12	CALV13	59.76	DN315	5.71	0.83000	11.18	1.00	
CALV13	CALV14	68.93	DN315	8.11	0.83000	10.30	1.13	
CALV14	CALV16	67.35	DN315	1.50	0.83000	15.28	0.63	
CALV16	CALV17	75.33	DN315	1.00	0.83000	16.81	0.55	Vel. < 0.6 m/s
CALV17	CALV18	73.33	DN315	1.00	0.83000	16.81	0.55	Vel. < 0.6 m/s
CALV18	CALV19	56.58	DN315	0.80	0.83000	17.71	0.51	Vel. < 0.6 m/s
CALV19	CALV20	55.64	DN315	0.50	0.83000	19.78	0.43	Vel. < 0.6 m/s
CALV20	CALV21	55.60	DN315	0.27	11.23000	81.23	0.75	
CALV21	CALV22	80.00	DN315	0.54	11.23000	68.13	0.96	
CALV22	CALV23	69.56	DN315	4.38	11.23000	40.79	2.01	Vel. máx.
CALV23	CALV24	85.40	DN315	0.76	11.23000	62.63	1.08	
CALV24	CALV25	31.78	DN315	3.15	11.23000	44.20	1.79	
CALV25	CALV26	36.50	DN315	4.11	11.23000	41.44	1.96	
CALV26	CALV27	55.39	DN315	0.50	11.23000	69.58	0.93	
CALV27	CALV28	46.91	DN315	0.50	12.79000	74.31	0.97	
CALV27	SA22	52.28	DN315	1.99	-1.56000	19.23	-0.84	
CALV28	EDAR	57.35	DN315	0.50	12.79000	74.31	0.97	
GUND1	GUND2	26.92	DN315	5.57	0.63000	9.88	0.91	
GUND2	GUND3	29.88	DN315	13.39	0.63000	8.06	1.24	
GUND3	GUND4	33.19	DN315	1.81	0.63000	12.85	0.62	
GUND4	GUND5	46.04	DN315	2.24	0.63000	12.23	0.66	
GUND5	SA21	50.00	DN315	2.24	0.63000	12.23	0.66	
SA1	SA2	69.13	DN315	0.72	0.31000	11.43	0.36	Vel. < 0.6 m/s
SA2	SA3	55.52	DN315	4.77	0.31000	7.37	0.70	
SA3	SA4	45.10	DN315	0.50	0.31000	12.46	0.32	Vel. < 0.6 m/s
SA4	SA5	67.41	DN315	2.48	0.31000	8.58	0.55	Vel. < 0.6 m/s
SA5	SA6	62.05	DN315	6.85	0.31000	6.77	0.79	
SA6	SA7	25.38	DN315	0.59	0.31000	11.98	0.34	Vel. < 0.6 m/s
SA7	SA9	50.75	DN315	9.75	-0.62000	8.61	-1.10	
SA7	SA13	65.89	DN315	4.63	0.93000	12.38	0.96	
SA8	SA13	70.53	DN315	0.50	-0.93000	20.87	-0.44	Vel. < 0.6 m/s
SA8	SA14	59.96	DN315	0.11	0.93000	29.58	0.27	Vel. < 0.6 m/s
SA9	SA10	25.59	DN315	14.93	-0.62000	7.80	-1.28	
SA10	SA11	26.73	DN315	10.47	-0.31000	6.14	-0.91	
SA10	SA12	27.90	DN315	1.00	-0.31000	10.60	-0.40	Vel. < 0.6 m/s
SA14	SA15	29.17	DN315	0.50	0.93000	20.87	0.44	Vel. < 0.6 m/s
SA15	SA16	36.28	DN315	0.50	0.93000	20.87	0.44	Vel. < 0.6 m/s
SA16	SA17	25.69	DN315	2.92	0.93000	13.79	0.82	
SA17	SA18	25.63	DN315	5.07	0.93000	12.12	0.99	
SA18	SA19	35.30	DN315	13.88	0.93000	9.58	1.41	
SA19	SA20	39.47	DN315	7.09	0.93000	11.20	1.12	
SA20	SA21	36.81	DN315	0.68	0.93000	19.42	0.49	Vel. < 0.6 m/s
SA21	SA22	57.82	DN315	4.77	1.56000	15.66	1.14	

## 6.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Combinación: Fecales

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
CALV1	CALV2	26.32	DN315	8.74	0.83000	10.12	1.16	
CALV2	CALV3	31.66	DN315	8.84	0.83000	10.09	1.16	
CALV3	CALV4	35.09	DN315	6.27	0.83000	10.94	1.03	
CALV4	CALV5	32.05	DN315	7.80	0.83000	10.39	1.11	
CALV5	CALV6	23.22	DN315	5.99	0.83000	11.05	1.02	
CALV6	CALV7	27.60	DN315	4.02	0.83000	12.13	0.89	
CALV7	CALV8	29.53	DN315	3.39	0.83000	12.63	0.83	
CALV8	CALV9	25.18	DN315	3.57	0.83000	12.47	0.85	
CALV9	CALV10	27.04	DN315	6.66	0.83000	10.78	1.06	



## 7. ENVOLVENTE

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Envolvente de máximos							
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
CALV1	CALV2	26.32	DN315	8.74	0.83000	10.12	1.16
CALV2	CALV3	31.66	DN315	8.84	0.83000	10.09	1.16
CALV3	CALV4	35.09	DN315	6.27	0.83000	10.94	1.03
CALV4	CALV5	32.05	DN315	7.80	0.83000	10.39	1.11
CALV5	CALV6	23.22	DN315	5.99	0.83000	11.05	1.02
CALV6	CALV7	27.60	DN315	4.02	0.83000	12.13	0.89
CALV7	CALV8	29.53	DN315	3.39	0.83000	12.63	0.83
CALV8	CALV9	25.18	DN315	3.57	0.83000	12.47	0.85
CALV9	CALV10	27.04	DN315	6.66	0.83000	10.78	1.06
CALV10	CALV11	58.08	DN315	10.85	0.83000	9.62	1.25
CALV11	CALV12	43.16	DN315	25.48	0.83000	7.89	1.68
CALV12	CALV13	59.76	DN315	5.71	0.83000	11.18	1.00
CALV13	CALV14	68.93	DN315	8.11	0.83000	10.30	1.13
CALV14	CALV16	67.35	DN315	1.50	0.83000	15.28	0.63
CALV16	CALV17	75.33	DN315	1.00	0.83000	16.81	0.55
CALV17	CALV18	73.33	DN315	1.00	0.83000	16.81	0.55
CALV18	CALV19	56.58	DN315	0.80	0.83000	17.71	0.51
CALV19	CALV20	55.64	DN315	0.50	0.83000	19.78	0.43
CALV20	CALV21	55.60	DN315	0.27	11.23000	81.23	0.75
CALV21	CALV22	80.00	DN315	0.54	11.23000	68.13	0.96
CALV22	CALV23	69.56	DN315	4.38	11.23000	40.79	2.01
CALV23	CALV24	85.40	DN315	0.76	11.23000	62.63	1.08
CALV24	CALV25	31.78	DN315	3.15	11.23000	44.20	1.79
CALV25	CALV26	36.50	DN315	4.11	11.23000	41.44	1.96
CALV26	CALV27	55.39	DN315	0.50	11.23000	69.58	0.93
CALV27	CALV28	46.91	DN315	0.50	12.79000	74.31	0.97
CALV27	SA22	52.28	DN315	1.99	1.56000	19.23	0.84
CALV28	EDAR	57.35	DN315	0.50	12.79000	74.31	0.97
GUND1	GUND2	26.92	DN315	5.57	0.63000	9.88	0.91
GUND2	GUND3	29.88	DN315	13.39	0.63000	8.06	1.24
GUND3	GUND4	33.19	DN315	1.81	0.63000	12.85	0.62
GUND4	GUND5	46.04	DN315	2.24	0.63000	12.23	0.66
GUND5	SA21	50.00	DN315	2.24	0.63000	12.23	0.66
SA1	SA2	69.13	DN315	0.72	0.31000	11.43	0.36
SA2	SA3	55.52	DN315	4.77	0.31000	7.37	0.70
SA3	SA4	45.10	DN315	0.50	0.31000	12.46	0.32
SA4	SA5	67.41	DN315	2.48	0.31000	8.58	0.55
SA5	SA6	62.05	DN315	6.85	0.31000	6.77	0.79
SA6	SA7	25.38	DN315	0.59	0.31000	11.98	0.34
SA7	SA9	50.75	DN315	9.75	0.62000	8.61	1.10
SA7	SA13	65.89	DN315	4.63	0.93000	12.38	0.96
SA8	SA13	70.53	DN315	0.50	0.93000	20.87	0.44

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
SA8	SA14	59.96	DN315	0.11	0.93000	29.58	0.27
SA9	SA10	25.59	DN315	14.93	0.62000	7.80	1.28
SA10	SA11	26.73	DN315	10.47	0.31000	6.14	0.91
SA10	SA12	27.90	DN315	1.00	0.31000	10.60	0.40
SA14	SA15	29.17	DN315	0.50	0.93000	20.87	0.44
SA15	SA16	36.28	DN315	0.50	0.93000	20.87	0.44
SA16	SA17	25.69	DN315	2.92	0.93000	13.79	0.82
SA17	SA18	25.63	DN315	5.07	0.93000	12.12	0.99
SA18	SA19	35.30	DN315	13.88	0.93000	9.58	1.41
SA19	SA20	39.47	DN315	7.09	0.93000	11.20	1.12
SA20	SA21	36.81	DN315	0.68	0.93000	19.42	0.49
SA21	SA22	57.82	DN315	4.77	1.56000	15.66	1.14

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Envolvente de mínimos							
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
CALV1	CALV2	26.32	DN315	8.74	0.83000	10.12	1.16
CALV2	CALV3	31.66	DN315	8.84	0.83000	10.09	1.16
CALV3	CALV4	35.09	DN315	6.27	0.83000	10.94	1.03
CALV4	CALV5	32.05	DN315	7.80	0.83000	10.39	1.11
CALV5	CALV6	23.22	DN315	5.99	0.83000	11.05	1.02
CALV6	CALV7	27.60	DN315	4.02	0.83000	12.13	0.89
CALV7	CALV8	29.53	DN315	3.39	0.83000	12.63	0.83
CALV8	CALV9	25.18	DN315	3.57	0.83000	12.47	0.85
CALV9	CALV10	27.04	DN315	6.66	0.83000	10.78	1.06
CALV10	CALV11	58.08	DN315	10.85	0.83000	9.62	1.25
CALV11	CALV12	43.16	DN315	25.48	0.83000	7.89	1.68
CALV12	CALV13	59.76	DN315	5.71	0.83000	11.18	1.00
CALV13	CALV14	68.93	DN315	8.11	0.83000	10.30	1.13
CALV14	CALV16	67.35	DN315	1.50	0.83000	15.28	0.63
CALV16	CALV17	75.33	DN315	1.00	0.83000	16.81	0.55
CALV17	CALV18	73.33	DN315	1.00	0.83000	16.81	0.55
CALV18	CALV19	56.58	DN315	0.80	0.83000	17.71	0.51
CALV19	CALV20	55.64	DN315	0.50	0.83000	19.78	0.43
CALV20	CALV21	55.60	DN315	0.27	11.23000	81.23	0.75
CALV21	CALV22	80.00	DN315	0.54	11.23000	68.13	0.96
CALV22	CALV23	69.56	DN315	4.38	11.23000	40.79	2.01
CALV23	CALV24	85.40	DN315	0.76	11.23000	62.63	1.08
CALV24	CALV25	31.78	DN315	3.15	11.23000	44.20	1.79
CALV25	CALV26	36.50	DN315	4.11	11.23000	41.44	1.96
CALV26	CALV27	55.39	DN315	0.50	11.23000	69.58	0.93
CALV27	CALV28	46.91	DN315	0.50	12.79000	74.31	0.97
CALV27	SA22	52.28	DN315	1.99	1.56000	19.23	0.84



Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
CALV28	EDAR	57.35	DN315	0.50	12.79000	74.31	0.97
GUND1	GUND2	26.92	DN315	5.57	0.63000	9.88	0.91
GUND2	GUND3	29.88	DN315	13.39	0.63000	8.06	1.24
GUND3	GUND4	33.19	DN315	1.81	0.63000	12.85	0.62
GUND4	GUND5	46.04	DN315	2.24	0.63000	12.23	0.66
GUND5	SA21	50.00	DN315	2.24	0.63000	12.23	0.66
SA1	SA2	69.13	DN315	0.72	0.31000	11.43	0.36
SA2	SA3	55.52	DN315	4.77	0.31000	7.37	0.70
SA3	SA4	45.10	DN315	0.50	0.31000	12.46	0.32
SA4	SA5	67.41	DN315	2.48	0.31000	8.58	0.55
SA5	SA6	62.05	DN315	6.85	0.31000	6.77	0.79
SA6	SA7	25.38	DN315	0.59	0.31000	11.98	0.34
SA7	SA9	50.75	DN315	9.75	0.62000	8.61	1.10
SA7	SA13	65.89	DN315	4.63	0.93000	12.38	0.96
SA8	SA13	70.53	DN315	0.50	0.93000	20.87	0.44
SA8	SA14	59.96	DN315	0.11	0.93000	29.58	0.27
SA9	SA10	25.59	DN315	14.93	0.62000	7.80	1.28
SA10	SA11	26.73	DN315	10.47	0.31000	6.14	0.91
SA10	SA12	27.90	DN315	1.00	0.31000	10.60	0.40
SA14	SA15	29.17	DN315	0.50	0.93000	20.87	0.44
SA15	SA16	36.28	DN315	0.50	0.93000	20.87	0.44
SA16	SA17	25.69	DN315	2.92	0.93000	13.79	0.82
SA17	SA18	25.63	DN315	5.07	0.93000	12.12	0.99
SA18	SA19	35.30	DN315	13.88	0.93000	9.58	1.41
SA19	SA20	39.47	DN315	7.09	0.93000	11.20	1.12
SA20	SA21	36.81	DN315	0.68	0.93000	19.42	0.49
SA21	SA22	57.82	DN315	4.77	1.56000	15.66	1.14

## 8. MEDICIÓN

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

1A 2000 TUBO PVC	
Descripción	Longitud m
DN315	2510.75

## 9. MEDICIÓN EXCAVACIÓN

Los volúmenes de tierra removidos para la ejecución de la obra son:

Descripción	Vol. excavado m³	Vol. arenas m³	Vol. zavorras m³
-------------	---------------------	-------------------	---------------------

Terrenos cohesivos	7257.34	1606.27	5492.04
Total	7257.34	1606.27	5492.04

Volumen de tierras por tramos

Inicio	Final	Terreno Inicio m	Terreno Final m	Longitud m	Prof. Inicio m	Prof. Final m	Ancho fondo cm	Talud	Vol. excavado m³	Vol. arenas m³	Vol. zavorras m³	Superficie pavimento m²
CALV1	CALV2	71.95	69.65	26.32	1.78	1.78	80.00	1/3	57.83	16.84	39.32	49.72
CALV2	CALV3	69.65	66.85	31.66	1.78	1.78	80.00	1/3	69.57	20.26	47.30	59.82
CALV3	CALV4	66.85	64.65	35.09	1.78	1.78	80.00	1/3	77.10	22.45	52.43	66.30
CALV4	CALV5	64.65	62.15	32.05	1.78	1.78	80.00	1/3	70.43	20.51	47.89	60.56
CALV5	CALV6	62.15	62.15	23.22	1.78	3.17	80.00	1/3	86.01	14.83	69.71	54.53
CALV6	CALV7	62.15	59.65	27.60	3.17	1.79	80.00	1/3	102.33	17.64	82.95	64.87
CALV7	CALV8	59.65	58.65	29.53	1.79	1.79	80.00	1/3	64.95	18.90	44.18	55.82
CALV8	CALV9	58.65	57.75	25.18	1.79	1.79	80.00	1/3	55.38	16.11	37.67	47.60
CALV9	CALV10	57.75	55.95	27.04	1.79	1.79	80.00	1/3	59.47	17.30	40.46	51.12
CALV10	CALV11	55.95	49.65	58.08	1.79	1.79	80.00	1/3	127.73	37.16	86.89	109.78
CALV11	CALV12	49.65	38.65	43.16	1.79	1.79	80.00	1/3	94.92	27.62	64.57	81.58
CALV12	CALV13	38.65	35.24	59.76	1.79	1.79	80.00	1/3	131.43	38.24	89.41	112.96
CALV13	CALV14	35.24	29.65	68.93	1.79	1.79	80.00	1/3	151.59	44.10	103.12	130.28
CALV14	CALV16	29.65	29.00	67.35	1.79	2.15	80.00	1/3	171.93	43.09	124.57	135.39
CALV16	CALV17	29.00	28.08	75.33	2.15	1.98	80.00	1/3	207.03	48.19	154.07	156.27
CALV17	CALV18	28.08	27.15	73.33	1.98	1.78	80.00	1/3	175.03	46.92	123.47	143.35
CALV18	CALV19	27.15	27.87	56.58	1.78	2.96	80.00	1/3	194.97	36.19	155.19	128.99
CALV19	CALV20	27.87	29.65	55.64	2.96	5.01	80.00	1/3	448.97	35.57	409.88	186.65
CALV20	CALV21	29.65	28.09	55.60	5.01	3.61	80.00	1/3	508.32	35.56	469.24	198.60
CALV21	CALV22	28.09	25.85	80.00	3.61	1.80	80.00	1/3	342.59	51.17	286.35	200.11
CALV22	CALV23	25.85	22.80	69.56	1.80	1.80	80.00	1/3	155.00	44.50	106.09	132.18
CALV23	CALV24	22.80	22.15	85.40	1.80	1.80	80.00	1/3	190.30	54.64	130.25	162.28
CALV24	CALV25	22.15	21.15	31.78	1.80	1.80	80.00	1/3	70.81	20.33	48.47	60.38
CALV25	CALV26	21.15	19.65	36.50	1.80	1.80	80.00	1/3	81.35	23.36	55.68	69.37
CALV26	CALV27	19.65	20.10	55.39	1.80	2.53	80.00	1/3	164.66	35.44	125.71	118.67
CALV27	CALV28	20.10	20.65	46.91	2.53	3.31	80.00	1/3	224.49	30.01	191.51	124.12
CALV27	SA22	20.10	21.14	52.28	1.78	1.78	80.00	1/3	114.86	33.45	78.10	98.77
CALV28	EDAR	20.65	20.85	57.35	3.31	3.80	80.00	1/3	378.24	36.69	337.91	176.08
GUND1	GUND2	32.15	30.65	26.92	1.78	1.78	80.00	1/3	59.14	17.22	40.22	50.86
GUND2	GUND3	30.65	26.65	29.88	1.78	1.78	80.00	1/3	65.64	19.11	44.63	56.44
GUND3	GUND4	26.65	26.05	33.19	1.78	1.78	80.00	1/3	72.92	21.23	49.58	62.70
GUND4	GUND5	26.05	25.02	46.04	1.78	1.78	80.00	1/3	101.15	29.45	68.78	86.98
GUND5	SA21	25.02	23.90	50.00	1.78	1.78	80.00	1/3	109.86	31.99	74.70	94.47
SA1	SA2	47.15	46.65	69.13	1.78	1.78	80.00	1/3	151.90	44.23	103.29	130.61
SA2	SA3	46.65	44.00	55.52	1.78	1.78	80.00	1/3	122.00	35.52	82.96	104.90
SA3	SA4	44.00	44.00	45.10	1.78	2.01	80.00	1/3	108.93	28.86	77.22	88.60
SA4	SA5	44.00	42.10	67.41	2.01	1.78	80.00	1/3	163.10	43.13	115.70	132.53
SA5	SA6	42.10	37.85	62.05	1.78	1.78	80.00	1/3	136.32	39.70	92.70	117.22
SA6	SA7	37.85	37.70	25.38	1.78	1.78	80.00	1/3	55.76	16.24	37.91	47.94
SA7	SA9	37.70	42.65	50.75	1.78	1.78	80.00	1/3	111.51	32.47	75.82	95.88
SA7	SA13	37.70	34.65	65.89	1.78	1.78	80.00	1/3	144.77	42.16	98.44	124.49
SA8	SA13	34.65	34.65	70.53	2.14	1.78	80.00	1/3	179.33	45.12	129.74	141.53
SA8	SA14	34.65	34.65	59.96	2.14	2.21	80.00	1/3	178.58	38.36	136.42	128.75
SA9	SA10	42.65	46.75	25.59	1.78	2.06	80.00	1/3	63.19	16.37	45.20	50.74
SA10	SA11	46.75	49.55	26.73	1.78	1.78	80.00	1/3	58.74	17.10	39.94	50.51
SA10	SA12	46.75	46.75	27.90	2.06	1.78	80.00	1/3	68.86	17.85	49.24	55.29





SA14	SA15	34.65	34.65	29.17	2.21	2.35	80.00	1/3	93.71	18.66	73.20	64.72
SA15	SA16	34.65	34.65	36.28	2.35	2.53	80.00	1/3	130.07	23.21	104.56	84.46
SA16	SA17	34.65	33.15	25.69	2.53	1.78	80.00	1/3	76.08	16.43	58.02	54.94
SA17	SA18	33.15	31.85	25.63	1.78	1.78	80.00	1/3	56.31	16.40	38.29	48.42
SA18	SA19	31.85	26.95	35.30	1.78	1.78	80.00	1/3	77.56	22.58	52.74	66.69
SA19	SA20	26.95	24.15	39.47	1.78	1.78	80.00	1/3	86.72	25.25	58.97	74.57
SA20	SA21	24.15	23.90	36.81	1.78	1.78	80.00	1/3	80.89	23.55	55.00	69.56
SA21	SA22	23.90	21.14	57.82	1.78	1.78	80.00	1/3	127.04	36.99	86.38	109.24

Número de pozos por profundidades

Profundidad m	Número de pozos
1.78	35
2.01	1
2.06	1
2.21	1
2.35	1
2.53	2
3.31	1
3.80	1
1.80	5
5.01	1
3.17	1
3.61	1
2.96	1
1.98	1
2.15	2
Total	55



COMPROBACIÓN DE MÍNIMOS

1. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE SANEAMIENTO

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales utilizados para esta instalación son:

1A 2000 TUBO PVC - Coeficiente de Manning: 0.00900

Descripción	Geometría	Dimensión	Diámetros mm
DN315	Circular	Diámetro	284.0

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

3. DESCRIPCIÓN DE TERRENOS

Las características de los terrenos a excavar se detallan a continuación.

Descripción	Lecho cm	Relleno cm	Ancho mínimo cm	Distancia lateral cm	Talud
Terrenos cohesivos	20	20	70	25	1/3

4. FORMULACIÓN

Para el cálculo de conducciones de saneamiento, se emplea la fórmula de Manning - Strickler.

$$Q = \frac{A \cdot Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

$$v = \frac{Rh^{(2/3)} \cdot So^{(1/2)}}{n}$$

donde:

- ⇒ Q es el caudal en m3/s
- ⇒ v es la velocidad del fluido en m/s
- ⇒ A es la sección de la lámina de fluido (m2).
- ⇒ Rh es el radio hidráulico de la lámina de fluido (m).

⇒ So es la pendiente de la solera del canal (desnivel por longitud de conducción).

⇒ n es el coeficiente de Manning.

5. COMBINACIONES

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los aportes, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Fecales
Fecales	1.00
Fecales+Pluviales	1.00

6. RESULTADOS

6.1 Listado de nudos

Combinación: Fecales				
Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
CALV1	72.30	1.78	0.07800	
CALV2	70.00	1.78	0.00000	
CALV3	67.20	1.78	0.00000	
CALV4	65.00	1.78	0.00000	
CALV5	62.50	1.78	0.00000	
CALV6	62.50	3.17	0.00000	
CALV7	60.00	1.79	0.00000	
CALV8	59.00	1.79	0.00000	
CALV9	58.10	1.79	0.00000	
CALV10	56.30	1.79	0.00000	
CALV11	50.00	1.79	0.00000	
CALV12	39.00	1.79	0.00000	
CALV13	35.59	1.79	0.00000	
CALV14	30.00	1.79	0.00000	
CALV16	29.35	2.15	0.00000	
CALV17	28.43	1.98	0.00000	
CALV18	27.50	1.78	0.00000	
CALV19	28.22	2.96	0.00000	
CALV20	30.00	5.01	1.31000	
CALV21	28.44	3.61	0.00000	
CALV22	26.20	1.80	0.00000	
CALV23	23.15	1.80	0.00000	
CALV24	22.50	1.80	0.00000	
CALV25	21.50	1.80	0.00000	
CALV26	20.00	1.80	0.00000	
CALV27	20.45	2.53	0.00000	
CALV28	21.00	3.31	0.00000	
EDAR	21.20	3.80	1.53700	



Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
GUND1	32.50	1.78	0.05000	
GUND2	31.00	1.78	0.00000	
GUND3	27.00	1.78	0.00000	
GUND4	26.40	1.78	0.00000	
GUND5	25.37	1.78	0.00000	
SA1	47.50	1.78	0.03300	
SA2	47.00	1.78	0.00000	
SA3	44.35	1.78	0.00000	
SA4	44.35	2.01	0.00000	
SA5	42.45	1.78	0.00000	
SA6	38.20	1.78	0.00000	
SA7	38.05	1.78	0.00000	
SA8	35.00	2.14	0.00000	
SA9	43.00	1.78	0.00000	
SA10	47.10	2.06	0.00000	
SA11	49.90	1.78	0.03300	
SA12	47.10	1.78	0.03300	
SA13	35.00	1.78	0.00000	
SA14	35.00	2.21	0.00000	
SA15	35.00	2.35	0.00000	
SA16	35.00	2.53	0.00000	
SA17	33.50	1.78	0.00000	
SA18	32.20	1.78	0.00000	
SA19	27.30	1.78	0.00000	
SA20	24.50	1.78	0.00000	
SA21	24.25	1.78	0.00000	
SA22	21.49	1.78	0.00000	

## Combinación: Fecales+Pluviales

Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
CALV1	72.30	1.78	0.07800	
CALV2	70.00	1.78	0.00000	
CALV3	67.20	1.78	0.00000	
CALV4	65.00	1.78	0.00000	
CALV5	62.50	1.78	0.00000	
CALV6	62.50	3.17	0.00000	
CALV7	60.00	1.79	0.00000	
CALV8	59.00	1.79	0.00000	
CALV9	58.10	1.79	0.00000	
CALV10	56.30	1.79	0.00000	
CALV11	50.00	1.79	0.00000	
CALV12	39.00	1.79	0.00000	
CALV13	35.59	1.79	0.00000	
CALV14	30.00	1.79	0.00000	
CALV16	29.35	2.15	0.00000	
CALV17	28.43	1.98	0.00000	

Nudo	Cota m	Prof. Pozo m	Caudal sim. l/s	Coment.
CALV18	27.50	1.78	0.00000	
CALV19	28.22	2.96	0.00000	
CALV20	30.00	5.01	1.31000	
CALV21	28.44	3.61	0.00000	
CALV22	26.20	1.80	0.00000	
CALV23	23.15	1.80	0.00000	
CALV24	22.50	1.80	0.00000	
CALV25	21.50	1.80	0.00000	
CALV26	20.00	1.80	0.00000	
CALV27	20.45	2.53	0.00000	
CALV28	21.00	3.31	0.00000	
EDAR	21.20	3.80	1.53700	
GUND1	32.50	1.78	0.05000	
GUND2	31.00	1.78	0.00000	
GUND3	27.00	1.78	0.00000	
GUND4	26.40	1.78	0.00000	
GUND5	25.37	1.78	0.00000	
SA1	47.50	1.78	0.03300	
SA2	47.00	1.78	0.00000	
SA3	44.35	1.78	0.00000	
SA4	44.35	2.01	0.00000	
SA5	42.45	1.78	0.00000	
SA6	38.20	1.78	0.00000	
SA7	38.05	1.78	0.00000	
SA8	35.00	2.14	0.00000	
SA9	43.00	1.78	0.00000	
SA10	47.10	2.06	0.00000	
SA11	49.90	1.78	0.03300	
SA12	47.10	1.78	0.03300	
SA13	35.00	1.78	0.00000	
SA14	35.00	2.21	0.00000	
SA15	35.00	2.35	0.00000	
SA16	35.00	2.53	0.00000	
SA17	33.50	1.78	0.00000	
SA18	32.20	1.78	0.00000	
SA19	27.30	1.78	0.00000	
SA20	24.50	1.78	0.00000	
SA21	24.25	1.78	0.00000	
SA22	21.49	1.78	0.00000	



## 6.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

### Combinación: Fecales

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
CALV1	CALV2	26.32	DN315	8.74	0.07800	3.37	0.56	Vel.< 0.6 m/s
CALV2	CALV3	31.66	DN315	8.84	0.07800	3.37	0.56	Vel.< 0.6 m/s
CALV3	CALV4	35.09	DN315	6.27	0.07800	3.64	0.50	Vel.< 0.6 m/s
CALV4	CALV5	32.05	DN315	7.80	0.07800	3.46	0.54	Vel.< 0.6 m/s
CALV5	CALV6	23.22	DN315	5.99	0.07800	3.68	0.49	Vel.< 0.6 m/s
CALV6	CALV7	27.60	DN315	4.02	0.07800	4.04	0.43	Vel.< 0.6 m/s
CALV7	CALV8	29.53	DN315	3.39	0.07800	4.20	0.40	Vel.< 0.6 m/s
CALV8	CALV9	25.18	DN315	3.57	0.07800	4.15	0.41	Vel.< 0.6 m/s
CALV9	CALV10	27.04	DN315	6.66	0.07800	3.59	0.51	Vel.< 0.6 m/s
CALV10	CALV11	58.08	DN315	10.85	0.07800	3.21	0.61	
CALV11	CALV12	43.16	DN315	25.48	0.07800	2.63	0.81	
CALV12	CALV13	59.76	DN315	5.71	0.07800	3.73	0.48	Vel.< 0.6 m/s
CALV13	CALV14	68.93	DN315	8.11	0.07800	3.43	0.55	Vel.< 0.6 m/s
CALV14	CALV16	67.35	DN315	1.50	0.07800	5.08	0.31	Vel.< 0.6 m/s
CALV16	CALV17	75.33	DN315	1.00	0.07800	5.58	0.27	Vel.< 0.6 m/s
CALV17	CALV18	73.33	DN315	1.00	0.07800	5.58	0.27	Vel.< 0.6 m/s
CALV18	CALV19	56.58	DN315	0.80	0.07800	5.87	0.25	Vel.< 0.6 m/s
CALV19	CALV20	55.64	DN315	0.50	0.07800	6.55	0.21	Vel.< 0.6 m/s
CALV20	CALV21	55.60	DN315	0.27	1.38800	29.16	0.41	Vel.< 0.6 m/s
CALV21	CALV22	80.00	DN315	0.54	1.38800	24.73	0.52	Vel.< 0.6 m/s
CALV22	CALV23	69.56	DN315	4.38	1.38800	15.12	1.07	Vel.máx.
CALV23	CALV24	85.40	DN315	0.76	1.38800	22.83	0.58	Vel.< 0.6 m/s
CALV24	CALV25	31.78	DN315	3.15	1.38800	16.35	0.95	
CALV25	CALV26	36.50	DN315	4.11	1.38800	15.35	1.04	
CALV26	CALV27	55.39	DN315	0.50	1.38800	25.22	0.50	Vel.< 0.6 m/s
CALV27	CALV28	46.91	DN315	0.50	1.53700	26.47	0.52	Vel.< 0.6 m/s
CALV27	SA22	52.28	DN315	1.99	-0.14900	6.42	-0.41	Vel.< 0.6 m/s
CALV28	EDAR	57.35	DN315	0.50	1.53700	26.47	0.52	Vel.< 0.6 m/s
GUND1	GUND2	26.92	DN315	5.57	0.05000	3.05	0.42	Vel.< 0.6 m/s
GUND2	GUND3	29.88	DN315	13.39	0.05000	2.49	0.57	Vel.< 0.6 m/s
GUND3	GUND4	33.19	DN315	1.81	0.05000	3.96	0.28	Vel.< 0.6 m/s
GUND4	GUND5	46.04	DN315	2.24	0.05000	3.77	0.31	Vel.< 0.6 m/s
GUND5	SA21	50.00	DN315	2.24	0.05000	3.76	0.31	Vel.< 0.6 m/s
SA1	SA2	69.13	DN315	0.72	0.03300	4.04	0.18	Vel.< 0.6 m/s
SA2	SA3	55.52	DN315	4.77	0.03300	2.61	0.35	Vel.< 0.6 m/s
SA3	SA4	45.10	DN315	0.50	0.03300	4.40	0.16	Vel.< 0.6 m/s
SA4	SA5	67.41	DN315	2.48	0.03300	3.03	0.28	Vel.< 0.6 m/s
SA5	SA6	62.05	DN315	6.85	0.03300	2.40	0.40	Vel.< 0.6 m/s
SA6	SA7	25.38	DN315	0.59	0.03300	4.23	0.17	Vel.< 0.6 m/s
SA7	SA9	50.75	DN315	9.75	-0.06600	3.05	-0.55	Vel.< 0.6 m/s
SA7	SA13	65.89	DN315	4.63	0.09900	4.37	0.49	Vel.< 0.6 m/s
SA8	SA13	70.53	DN315	0.50	-0.09900	7.32	-0.22	Vel.< 0.6 m/s

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s	Coment.
SA8	SA14	59.96	DN315	0.11	0.09900	10.31	0.13	Vel.< 0.6 m/s
SA9	SA10	25.59	DN315	14.93	-0.06600	2.76	-0.64	
SA10	SA11	26.73	DN315	10.47	-0.03300	2.17	-0.46	Vel.< 0.6 m/s
SA10	SA12	27.90	DN315	1.00	-0.03300	3.74	-0.20	Vel.< 0.6 m/s
SA14	SA15	29.17	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22	Vel.< 0.6 m/s
SA15	SA16	36.28	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22	Vel.< 0.6 m/s
SA16	SA17	25.69	DN315	2.92	0.09900	4.86	0.41	Vel.< 0.6 m/s
SA17	SA18	25.63	DN315	5.07	0.09900	4.28	0.50	Vel.< 0.6 m/s
SA18	SA19	35.30	DN315	13.88	0.09900	3.39	0.71	
SA19	SA20	39.47	DN315	7.09	0.09900	3.96	0.56	Vel.< 0.6 m/s
SA20	SA21	36.81	DN315	0.68	0.09900	6.82	0.25	Vel.< 0.6 m/s
SA21	SA22	57.82	DN315	4.77	0.14900	5.24	0.56	Vel.< 0.6 m/s

## 7. ENVOLVENTE

Se indican los máximos de los valores absolutos.

### Envolvente de máximos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
CALV1	CALV2	26.32	DN315	8.74	0.07800	3.37	0.56
CALV2	CALV3	31.66	DN315	8.84	0.07800	3.37	0.56
CALV3	CALV4	35.09	DN315	6.27	0.07800	3.64	0.50
CALV4	CALV5	32.05	DN315	7.80	0.07800	3.46	0.54
CALV5	CALV6	23.22	DN315	5.99	0.07800	3.68	0.49
CALV6	CALV7	27.60	DN315	4.02	0.07800	4.04	0.43
CALV7	CALV8	29.53	DN315	3.39	0.07800	4.20	0.40
CALV8	CALV9	25.18	DN315	3.57	0.07800	4.15	0.41
CALV9	CALV10	27.04	DN315	6.66	0.07800	3.59	0.51
CALV10	CALV11	58.08	DN315	10.85	0.07800	3.21	0.61
CALV11	CALV12	43.16	DN315	25.48	0.07800	2.63	0.81
CALV12	CALV13	59.76	DN315	5.71	0.07800	3.73	0.48
CALV13	CALV14	68.93	DN315	8.11	0.07800	3.43	0.55
CALV14	CALV16	67.35	DN315	1.50	0.07800	5.08	0.31
CALV16	CALV17	75.33	DN315	1.00	0.07800	5.58	0.27
CALV17	CALV18	73.33	DN315	1.00	0.07800	5.58	0.27
CALV18	CALV19	56.58	DN315	0.80	0.07800	5.87	0.25
CALV19	CALV20	55.64	DN315	0.50	0.07800	6.55	0.21
CALV20	CALV21	55.60	DN315	0.27	1.38800	29.16	0.41
CALV21	CALV22	80.00	DN315	0.54	1.38800	24.73	0.52
CALV22	CALV23	69.56	DN315	4.38	1.38800	15.12	1.07
CALV23	CALV24	85.40	DN315	0.76	1.38800	22.83	0.58
CALV24	CALV25	31.78	DN315	3.15	1.38800	16.35	0.95
CALV25	CALV26	36.50	DN315	4.11	1.38800	15.35	1.04
CALV26	CALV27	55.39	DN315	0.50	1.38800	25.22	0.50
CALV27	CALV28	46.91	DN315	0.50	1.53700	26.47	0.52





Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
CALV27	SA22	52.28	DN315	1.99	0.14900	6.42	0.41
CALV28	EDAR	57.35	DN315	0.50	1.53700	26.47	0.52
GUND1	GUND2	26.92	DN315	5.57	0.05000	3.05	0.42
GUND2	GUND3	29.88	DN315	13.39	0.05000	2.49	0.57
GUND3	GUND4	33.19	DN315	1.81	0.05000	3.96	0.28
GUND4	GUND5	46.04	DN315	2.24	0.05000	3.77	0.31
GUND5	SA21	50.00	DN315	2.24	0.05000	3.76	0.31
SA1	SA2	69.13	DN315	0.72	0.03300	4.04	0.18
SA2	SA3	55.52	DN315	4.77	0.03300	2.61	0.35
SA3	SA4	45.10	DN315	0.50	0.03300	4.40	0.16
SA4	SA5	67.41	DN315	2.48	0.03300	3.03	0.28
SA5	SA6	62.05	DN315	6.85	0.03300	2.40	0.40
SA6	SA7	25.38	DN315	0.59	0.03300	4.23	0.17
SA7	SA9	50.75	DN315	9.75	0.06600	3.05	0.55
SA7	SA13	65.89	DN315	4.63	0.09900	4.37	0.49
SA8	SA13	70.53	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22
SA8	SA14	59.96	DN315	0.11	0.09900	10.31	0.13
SA9	SA10	25.59	DN315	14.93	0.06600	2.76	0.64
SA10	SA11	26.73	DN315	10.47	0.03300	2.17	0.46
SA10	SA12	27.90	DN315	1.00	0.03300	3.74	0.20
SA14	SA15	29.17	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22
SA15	SA16	36.28	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22
SA16	SA17	25.69	DN315	2.92	0.09900	4.86	0.41
SA17	SA18	25.63	DN315	5.07	0.09900	4.28	0.50
SA18	SA19	35.30	DN315	13.88	0.09900	3.39	0.71
SA19	SA20	39.47	DN315	7.09	0.09900	3.96	0.56
SA20	SA21	36.81	DN315	0.68	0.09900	6.82	0.25
SA21	SA22	57.82	DN315	4.77	0.14900	5.24	0.56

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Envolvente de mínimos							
Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
CALV1	CALV2	26.32	DN315	8.74	0.07800	3.37	0.56
CALV2	CALV3	31.66	DN315	8.84	0.07800	3.37	0.56
CALV3	CALV4	35.09	DN315	6.27	0.07800	3.64	0.50
CALV4	CALV5	32.05	DN315	7.80	0.07800	3.46	0.54
CALV5	CALV6	23.22	DN315	5.99	0.07800	3.68	0.49
CALV6	CALV7	27.60	DN315	4.02	0.07800	4.04	0.43
CALV7	CALV8	29.53	DN315	3.39	0.07800	4.20	0.40
CALV8	CALV9	25.18	DN315	3.57	0.07800	4.15	0.41
CALV9	CALV10	27.04	DN315	6.66	0.07800	3.59	0.51
CALV10	CALV11	58.08	DN315	10.85	0.07800	3.21	0.61
CALV11	CALV12	43.16	DN315	25.48	0.07800	2.63	0.81
CALV12	CALV13	59.76	DN315	5.71	0.07800	3.73	0.48

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Pendiente %	Caudal l/s	Calado mm	Velocidad m/s
CALV13	CALV14	68.93	DN315	8.11	0.07800	3.43	0.55
CALV14	CALV16	67.35	DN315	1.50	0.07800	5.08	0.31
CALV16	CALV17	75.33	DN315	1.00	0.07800	5.58	0.27
CALV17	CALV18	73.33	DN315	1.00	0.07800	5.58	0.27
CALV18	CALV19	56.58	DN315	0.80	0.07800	5.87	0.25
CALV19	CALV20	55.64	DN315	0.50	0.07800	6.55	0.21
CALV20	CALV21	55.60	DN315	0.27	1.38800	29.16	0.41
CALV21	CALV22	80.00	DN315	0.54	1.38800	24.73	0.52
CALV22	CALV23	69.56	DN315	4.38	1.38800	15.12	1.07
CALV23	CALV24	85.40	DN315	0.76	1.38800	22.83	0.58
CALV24	CALV25	31.78	DN315	3.15	1.38800	16.35	0.95
CALV25	CALV26	36.50	DN315	4.11	1.38800	15.35	1.04
CALV26	CALV27	55.39	DN315	0.50	1.38800	25.22	0.50
CALV27	CALV28	46.91	DN315	0.50	1.53700	26.47	0.52
CALV27	SA22	52.28	DN315	1.99	0.14900	6.42	0.41
CALV28	EDAR	57.35	DN315	0.50	1.53700	26.47	0.52
GUND1	GUND2	26.92	DN315	5.57	0.05000	3.05	0.42
GUND2	GUND3	29.88	DN315	13.39	0.05000	2.49	0.57
GUND3	GUND4	33.19	DN315	1.81	0.05000	3.96	0.28
GUND4	GUND5	46.04	DN315	2.24	0.05000	3.77	0.31
GUND5	SA21	50.00	DN315	2.24	0.05000	3.76	0.31
SA1	SA2	69.13	DN315	0.72	0.03300	4.04	0.18
SA2	SA3	55.52	DN315	4.77	0.03300	2.61	0.35
SA3	SA4	45.10	DN315	0.50	0.03300	4.40	0.16
SA4	SA5	67.41	DN315	2.48	0.03300	3.03	0.28
SA5	SA6	62.05	DN315	6.85	0.03300	2.40	0.40
SA6	SA7	25.38	DN315	0.59	0.03300	4.23	0.17
SA7	SA9	50.75	DN315	9.75	0.06600	3.05	0.55
SA7	SA13	65.89	DN315	4.63	0.09900	4.37	0.49
SA8	SA13	70.53	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22
SA8	SA14	59.96	DN315	0.11	0.09900	10.31	0.13
SA9	SA10	25.59	DN315	14.93	0.06600	2.76	0.64
SA10	SA11	26.73	DN315	10.47	0.03300	2.17	0.46
SA10	SA12	27.90	DN315	1.00	0.03300	3.74	0.20
SA14	SA15	29.17	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22
SA15	SA16	36.28	DN315	0.50	0.09900	7.32	0.22
SA16	SA17	25.69	DN315	2.92	0.09900	4.86	0.41
SA17	SA18	25.63	DN315	5.07	0.09900	4.28	0.50
SA18	SA19	35.30	DN315	13.88	0.09900	3.39	0.71
SA19	SA20	39.47	DN315	7.09	0.09900	3.96	0.56
SA20	SA21	36.81	DN315	0.68	0.09900	6.82	0.25
SA21	SA22	57.82	DN315	4.77	0.14900	5.24	0.56



8. MEDICIÓN

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

1A 2000 TUBO PVC	
Descripción	Longitud m
DN315	2510.75

9. MEDICIÓN EXCAVACIÓN

Los volúmenes de tierra removidos para la ejecución de la obra son:

Descripción	Vol. excavado m³	Vol. arenas m³	Vol. zahorras m³
Terrenos cohesivos	7257.34	1606.27	5492.04
Total	7257.34	1606.27	5492.04

Volumen de tierras por tramos												
Inicio	Final	Terreno Inicio m	Terreno Final m	Longitud m	Prof. Inicio m	Prof. Final m	Ancho fondo cm	Talud	Vol. excavado m³	Vol. arenas m³	Vol. zahorras m³	Superficie pavimento m²
CALV1	CALV2	71.95	69.65	26.32	1.78	1.78	80.00	1/3	57.83	16.84	39.32	49.72
CALV2	CALV3	69.65	66.85	31.66	1.78	1.78	80.00	1/3	69.57	20.26	47.30	59.82
CALV3	CALV4	66.85	64.65	35.09	1.78	1.78	80.00	1/3	77.10	22.45	52.43	66.30
CALV4	CALV5	64.65	62.15	32.05	1.78	1.78	80.00	1/3	70.43	20.51	47.89	60.56
CALV5	CALV6	62.15	62.15	23.22	1.78	3.17	80.00	1/3	86.01	14.83	69.71	54.53
CALV6	CALV7	62.15	59.65	27.60	3.17	1.79	80.00	1/3	102.33	17.64	82.95	64.87
CALV7	CALV8	59.65	58.65	29.53	1.79	1.79	80.00	1/3	64.95	18.90	44.18	55.82
CALV8	CALV9	58.65	57.75	25.18	1.79	1.79	80.00	1/3	55.38	16.11	37.67	47.60
CALV9	CALV10	57.75	55.95	27.04	1.79	1.79	80.00	1/3	59.47	17.30	40.46	51.12
CALV10	CALV11	55.95	49.65	58.08	1.79	1.79	80.00	1/3	127.73	37.16	86.89	109.78
CALV11	CALV12	49.65	38.65	43.16	1.79	1.79	80.00	1/3	94.92	27.62	64.57	81.58
CALV12	CALV13	38.65	35.24	59.76	1.79	1.79	80.00	1/3	131.43	38.24	89.41	112.96
CALV13	CALV14	35.24	29.65	68.93	1.79	1.79	80.00	1/3	151.59	44.10	103.12	130.28
CALV14	CALV16	29.65	29.00	67.35	1.79	2.15	80.00	1/3	171.93	43.09	124.57	135.39
CALV16	CALV17	29.00	28.08	75.33	2.15	1.98	80.00	1/3	207.03	48.19	154.07	156.27
CALV17	CALV18	28.08	27.15	73.33	1.98	1.78	80.00	1/3	175.03	46.92	123.47	143.35
CALV18	CALV19	27.15	27.87	56.58	1.78	2.96	80.00	1/3	194.97	36.19	155.19	128.99
CALV19	CALV20	27.87	29.65	55.64	2.96	5.01	80.00	1/3	448.97	35.57	409.88	186.65
CALV20	CALV21	29.65	28.09	55.60	5.01	3.61	80.00	1/3	508.32	35.56	469.24	198.60
CALV21	CALV22	28.09	25.85	80.00	3.61	1.80	80.00	1/3	342.59	51.17	286.35	200.11
CALV22	CALV23	25.85	22.80	69.56	1.80	1.80	80.00	1/3	155.00	44.50	106.09	132.18
CALV23	CALV24	22.80	22.15	85.40	1.80	1.80	80.00	1/3	190.30	54.64	130.25	162.28
CALV24	CALV25	22.15	21.15	31.78	1.80	1.80	80.00	1/3	70.81	20.33	48.47	60.38
CALV25	CALV26	21.15	19.65	36.50	1.80	1.80	80.00	1/3	81.35	23.36	55.68	69.37
CALV26	CALV27	19.65	20.10	55.39	1.80	2.53	80.00	1/3	164.66	35.44	125.71	118.67
CALV27	CALV28	20.10	20.65	46.91	2.53	3.31	80.00	1/3	224.49	30.01	191.51	124.12
CALV27	SA22	20.10	21.14	52.28	1.78	1.78	80.00	1/3	114.86	33.45	78.10	98.77
CALV28	EDAR	20.65	20.85	57.35	3.31	3.80	80.00	1/3	378.24	36.69	337.91	176.08

GUND1	GUND2	32.15	30.65	26.92	1.78	1.78	80.00	1/3	59.14	17.22	40.22	50.86
GUND2	GUND3	30.65	26.65	29.88	1.78	1.78	80.00	1/3	65.64	19.11	44.63	56.44
GUND3	GUND4	26.65	26.05	33.19	1.78	1.78	80.00	1/3	72.92	21.23	49.58	62.70
GUND4	GUND5	26.05	25.02	46.04	1.78	1.78	80.00	1/3	101.15	29.45	68.78	86.98
GUND5	SA21	25.02	23.90	50.00	1.78	1.78	80.00	1/3	109.86	31.99	74.70	94.47
SA1	SA2	47.15	46.65	69.13	1.78	1.78	80.00	1/3	151.90	44.23	103.29	130.61
SA2	SA3	46.65	44.00	55.52	1.78	1.78	80.00	1/3	122.00	35.52	82.96	104.90
SA3	SA4	44.00	44.00	45.10	1.78	2.01	80.00	1/3	108.93	28.86	77.22	88.60
SA4	SA5	44.00	42.10	67.41	2.01	1.78	80.00	1/3	163.10	43.13	115.70	132.53
SA5	SA6	42.10	37.85	62.05	1.78	1.78	80.00	1/3	136.32	39.70	92.70	117.22
SA6	SA7	37.85	37.70	25.38	1.78	1.78	80.00	1/3	55.76	16.24	37.91	47.94
SA7	SA9	37.70	42.65	50.75	1.78	1.78	80.00	1/3	111.51	32.47	75.82	95.88
SA7	SA13	37.70	34.65	65.89	1.78	1.78	80.00	1/3	144.77	42.16	98.44	124.49
SA8	SA13	34.65	34.65	70.53	2.14	1.78	80.00	1/3	179.33	45.12	129.74	141.53
SA8	SA14	34.65	34.65	59.96	2.14	2.21	80.00	1/3	178.58	38.36	136.42	128.75
SA9	SA10	42.65	46.75	25.59	1.78	2.06	80.00	1/3	63.19	16.37	45.20	50.74
SA10	SA11	46.75	49.55	26.73	1.78	1.78	80.00	1/3	58.74	17.10	39.94	50.51
SA10	SA12	46.75	46.75	27.90	2.06	1.78	80.00	1/3	68.86	17.85	49.24	55.29
SA14	SA15	34.65	34.65	29.17	2.21	2.35	80.00	1/3	93.71	18.66	73.20	64.72
SA15	SA16	34.65	34.65	36.28	2.35	2.53	80.00	1/3	130.07	23.21	104.56	84.46
SA16	SA17	34.65	33.15	25.69	2.53	1.78	80.00	1/3	76.08	16.43	58.02	54.94
SA17	SA18	33.15	31.85	25.63	1.78	1.78	80.00	1/3	56.31	16.40	38.29	48.42
SA18	SA19	31.85	26.95	35.30	1.78	1.78	80.00	1/3	77.56	22.58	52.74	66.69
SA19	SA20	26.95	24.15	39.47	1.78	1.78	80.00	1/3	86.72	25.25	58.97	74.57
SA20	SA21	24.15	23.90	36.81	1.78	1.78	80.00	1/3	80.89	23.55	55.00	69.56
SA21	SA22	23.90	21.14	57.82	1.78	1.78	80.00	1/3	127.04	36.99	86.38	109.24

Número de pozos por profundidades

Profundidad m	Número de pozos
1.78	35
2.01	1
2.06	1
2.21	1
2.35	1
2.53	2
3.31	1
3.80	1
1.80	5
5.01	1
3.17	1
3.61	1
2.96	1
1.98	1
2.15	2
Total	55



## ANEJO 7. DIMENSIONAMIENTO DE LA EDAR



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	CARGAS CONTAMINANTES.....	3
3.	DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DE LA LÍNEA DE AGUA.....	3
3.1.	INTRODUCCIÓN .....	3
3.2.	OBRA DE LLEGADA.....	4
3.3.	ARQUETA DE LLEGADA Y ALIVIADERO .....	4
3.3.1.	DESBASTE .....	4
3.3.2.	CANTIDAD DE MATERIA RETENIDA .....	6
3.4.	TAMIZ ESTÁTICO.....	6
3.5.	DESARENADO Y DESENGRASADO.....	7
3.5.1.	PRODUCCIÓN, BOMBEO Y EXTRACCIÓN DE ARENAS.....	8
3.5.2.	PRODUCCIÓN SEPARACIÓN Y EXTRACCIÓN DE GRASAS Y FLOTANTES.....	8
3.6.	DECANTACIÓN PRIMARIA.....	9
3.7.	TRATAMIENTO SECUNDARIO MEDIANTE BIODISCOS .....	9
3.8.	DECANTADOR SECUNDARIO .....	10
3.9.	DESINFECCIÓN.....	12
4.	DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FANGOS .....	12
4.1.	ESPESADOR POR GRAVEDAD.....	13
4.1.1.	PARÁMETROS DE DISEÑO .....	13
4.1.2.	DIMENSIONAMIENTO.....	13
4.1.3.	CARACTERÍSTICAS.....	14
4.2.	DESHIDRATACIÓN DEL FANGO .....	14
4.2.1.	PARÁMETROS DE DISEÑO .....	14
4.2.2.	DIMENSIONAMIENTO.....	14





## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se muestran los cálculos que se han realizado para dimensionar los distintos elementos que forman parte de nuestra línea de tratado.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los elementos que constituyen la E.D.A.R., así como los parámetros de diseño tenidos en cuenta y los valores de funcionamiento con las dimensiones adoptadas.

Este dimensionamiento se ha llevado a cabo empleando las Directrices de Saneamiento en Medio Rural de Aguas de Galicia.

## 2. CARGAS CONTAMINANTES

Para el cálculo de las cargas de contaminación emplearemos una dotación de carga contaminante que dependerá de la población que la produzca. Las unidades de estas dotaciones son gramos por habitante y día de cada contaminante.

Al no poder llevar a cabo un análisis en campo de las aguas residuales, nos basaremos en los valores que recomiendan en “Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización” de Metcalf y Eddy.

Así, en aguas residuales urbanas, sin una gran incidencia de la industria, se pueden adoptar los siguientes valores de dotaciones de contaminación:

Carga contaminante por habitante equivalente	
DBO <sub>5</sub> (g/hab·día)	60
SS (g/hab·día)	75
NTK (g/hab·día)	10
Nitrógeno en forma NH <sub>4</sub> (g/hab·día)	6
P Total (g/hab·día)	4.5
P Orgánico (g/hab·día)	1.5
Coliformes fecales (CF/hab·día)	1·10 <sup>14</sup>

Las aguas de escorrentía urbana se han supuesto carentes de contaminación destacable debido a tratarse de una zona rural, y se suponen ya existentes los encauzamientos de las escorrentías hacia el medio natural, según se entiende de la normativa recogida en el PXOM del ayuntamiento de Caldas de Reis.

Con estos valores y teniendo en cuenta los caudales recogidos en el anexo 4, se obtienen las siguientes concentraciones estimadas de las aguas residuales:

Dotación agua futura (l/hab·día)		180
	VALOR DE REFERENCIA	VALOR DE DISEÑO
<i>Cargas de contaminación por hab-eq.:</i>		
DBO <sub>5</sub> (gr/hab·día)	50 - 75	60
SS (gr/hab·día)	50 - 90	75
NTK (gr/hab·día)	6,5 - 13	10
Nitrógeno amoniacal N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (gr/hab·día)	3 - 10	60%
Fósforo total P-Total(gr/hab·día)	4 - 8	5

Concentraciones medias estimadas de las A.R.	
Población equivalente final (hab-eq)	823
Caudal medio final (m³/día)	
(m³/h)	201
(l/s)	8,4
Concentraciones de contaminación:	
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	245
SS (mg/l)	306
NTK (mg/l):	40,8
Nitrógeno amoniacal N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ml/l)	24,5
Fósforo total (mg/l)	18,4
Coliformes fecales (CF/hab·día)	7,41E+07

## 3. DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DE LA LÍNEA DE AGUA

### 3.1. INTRODUCCIÓN

La línea de depuración para la E.D.A.R comienza con una obra de llegada con by-pass para la evacuación de caudales en exceso que serán vertidos directamente al medio receptor. Con esto se busca proteger el conjunto de la instalación de caudales excesivos que no pueden ser tratados.

Se trata de una precaución adicional ya que la regulación de los caudales se produce antes de la entrada en la propia depuradora, bombeando el caudal necesario.

Tras esto se disponen de los pretratamientos, con el fin de eliminar sólidos de grandes dimensiones, así como elevadas concentraciones de grasas y aceites, mejorando el funcionamiento del resto de procesos y protegiendo los equipos.

Tras los pretratamientos se sitúa el decantador primario como sistema de tratamiento primario con el objeto de reducir los sólidos en suspensión del agua tratada antes del paso de esta al reactor biológico.

Dicho reactor biológico se trata de un proceso de biodiscos, tras el cual se dispone una decantador secundario.

Finalmente, y para reducir la contaminación bacteriológica se dispone de una desinfección por radiación ultravioleta, tras lo cual se produce el vertido al medio receptor mediante una conducción en desagüe.

### 3.2. OBRA DE LLEGADA

En la cabecera de las instalaciones de depuración se deberán ejecutar las obras precisas para una adecuada recepción de los caudales residuales transportados por los colectores.

La obra de llegada estará constituida por: la cámara de rotura y la arqueta aliviadero de llegada.

### 3.3. ARQUETA DE LLEGADA Y ALIVIADERO

La obra de llegada y el aliviadero son los primeros elementos de la E.D.A.R, y por tanto deben proteger al resto de la instalación de puntas de caudales que no son tratados y se derivan directamente al medio receptor.

El diseño del aliviadero se hace para caudales de llegada de entre 2 y 5 veces el caudal punta. En este caso se optará por dimensionarlo para un caudal de **13.32 l/s**, que es el doble del caudal horario punta total.

El diámetro de la conducción de entrada es de 315 mm., disponiéndose de un caudalímetro electromagnético entre bridas, con velocidad mínima de paso de 0,1 m/s. En caso de caudales superiores al permitido, se abre automáticamente una válvula de alivio que desvía directamente al medio receptor.

Para garantizar el aislamiento general de la planta, se dispone una compuerta mural motorizada de accionamiento eléctrico de 0.6m\*1m, que regula la conexión de la Cámara donde se encuentra el aliviadero con la salida al canal de desbaste.

El dimensionamiento del pozo de bombeo se hará mediante el programa PSD de la marca ABS, el cual, para el tipo de bomba seleccionada y un determinado número de arranques dimensiona el volumen del tanque.

En este caso se ha dimensionado con bombas sumergibles en disposición I+I, y para un máximo de 5ª arranques por hora.

Las dimensiones mínimas del tanque obtenidas con el programa son las que se incluyen a continuación.

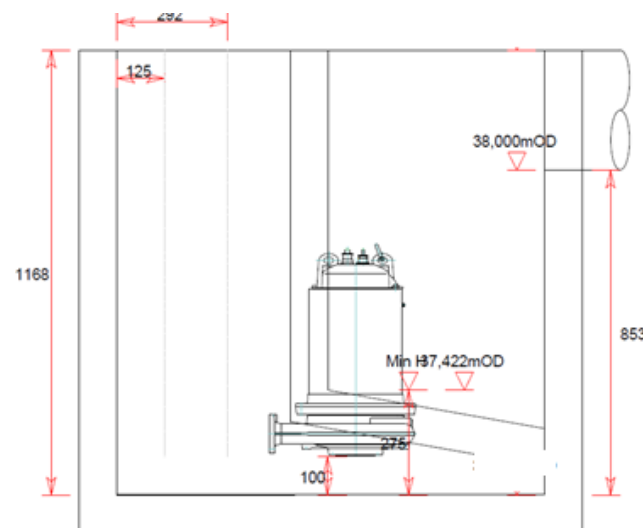


Ilustración 1., Dimensiones mínimas en alzado del pozo de bombeo inicial

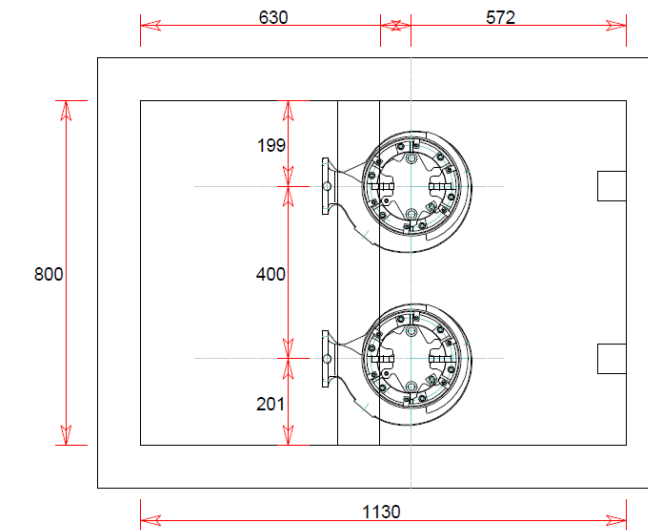


Ilustración 2.- Dimensiones mínimas en planta del pozo de bombeo inicial

Finalmente, las dimensiones que se adoptarán serán ligeramente superiores por razones de comodidad, de cara a la colocación de bombas y operaciones de mantenimiento, y se colocará una cámara inicial de estabilización para protección de las bombas.

#### 3.3.1. DESBASTE

El desbaste se realizará por medio de unas rejillas, que tienen como objeto retener y separar los cuerpos voluminosos flotantes y en suspensión, que arrastra consigo el agua residual.

Con esto se consigue:

- Eludir posteriores depósitos
- Evitar obstrucciones en canales, tuberías y conducciones en general.
- Interceptar las materias que por sus excesivas dimensiones podrían dificultar el funcionamiento de las unidades posteriores
- Aumentar la eficiencia de los tratamientos posteriores

Existen diferentes tipos de rejillas. En este caso se colocarán rejillas verticales inclinadas con sistema de limpieza y extracción de residuos automática, por razones de mantenimiento y explotación, pero sin embargo, por razones de seguridad se colocará una rejilla de seguridad manual (con separación entre barrotes 100 mm) para que en caso del sistema de limpieza automática de la rejilla, no se produzcan inundaciones.

El parámetro de control fundamental en la comprobación de funcionamiento de las rejillas es la velocidad de paso del agua entre los barrotes. Por esta razón el desbaste se dimensiona para una velocidad de paso inferior a 1 m/s a caudal máximo admisible en pretratamiento, acorde con los rangos de velocidades de paso recomendadas en distintas bibliografías.

$$v_{PASO}(Q_{MAX}) = \frac{Q_{MAX}}{S_{TOTAL} \cdot P \cdot A}$$

Donde:



$V_{paso}$  ( $Q_{max}$ ): Velocidad efectiva de paso del agua residual a través de la reja de desbaste (m/s) a caudal máximo admisible en pretratamiento.

- Con limpieza a favor de la corriente  $v_{paso} < 1\text{ m/s}$
- Con limpieza en contracorriente  $v_{paso} < 1.2\text{ m/s}$

$Q_{max}$ : Caudal máximo admisible en pretratamiento ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

N: Número de canales de desbaste en funcionamiento en cada situación analizada.

$S_{total}$ : Superficie transversal total de cada canal de desbaste ( $\text{m}^2$ )

P: Coeficiente de paso libre, que se calcula mediante la siguiente expresión

$$P = \frac{s}{s + a}$$

Siendo:

- s: Luz libre o separación entre barrotes
- a: Espesor de los barrotes
- A: Coeficiente de atascamiento. (se tomará 0.7)

Tomando como base este parámetro de diseño, la superficie transversal de cada canal de desbaste será:

$$S_{total} = \frac{Q}{V_{TOTAL} \cdot P \cdot A}$$

Para el cálculo del ancho del canal de rejillas utilizaremos la siguiente expresión:

$$W = \frac{Q_{max}}{v \cdot D} \left( \frac{a + s}{s} \right) + C_{rej}$$

Donde:

- W: ancho útil del canal en la zona de rejillas (m).
- $Q_{max}$ : caudal máximo que pasa a través de las rejillas ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).
- D: nivel aguas arriba de la rejilla a caudal máximo o altura efectiva (m).

Para determinar el valor de D se emplea la siguiente formula:

$$D = 0.15 + 0.74 \sqrt{Q_{max}}$$

En la siguiente tabla se resumen las variables para el cálculo de rejillas:

VARIABLE	VALOR
Separación entre barrotes (mm)	50
Ancho o espesor del barrote (mm)	12
$C_{rej}$ (m)	0.3
Inclinación de los barrotes	80º

El ancho útil canal podremos calcularlo mediante la siguiente expresión

$$(n - 1) \cdot s$$

Dónde:

- n: número de barrotes mínimo de la reja de gruesos
- s: separación entre barrotes

En ancho del canal por tanto será:

$$\text{Ancho} = (n - 1) \cdot s + n \cdot a$$

En cuanto a la altura del canal se obtendrá de dividir la superficie entre el ancho del canal:

$$\text{Altura} = S_{min} / \text{Ancho del canal}$$

A continuación, se adjuntan los datos de cálculo del canal de desbaste de gruesos:

	REFERENCIA	VALOR DE DISEÑO	VALOR DE CÁLCULO
Velocidad de paso ( $Q_{max}$ ) (m/s)	<1	1	
Coeficiente de paso libre (P)			0,81
s=Separación entre barrotes (mm)	50-100	50	
a=Espesor de los barrotes (mm)		12	
Superficie total mínima( $\text{m}^2$ )			0,02
Crej (rejillas gruesas)	0,3		
D(m)			0,262
Anchura canal en zona rejillas			
$W(\text{m}) = Q_{max} / (v \cdot D) \cdot ((a+s)/s) + C_{rej}$			0,41
n (nº de barrotes)			9,18
<b>VALORES ADOPTADOS DE FUNCIONAMIENTO</b>			
n (nº de barrotes) adoptado			10
Ancho util del canal (m)			0,5
Ancho total del canal (m)			0,632
Alto canal (m)			0,47
Resguardo		0,3	
Alto canal (m)			0,77

El automatismo del sistema limpiador estará regulado con intervalo de tiempo modificado con arreglo al grado de obstrucción de la rejilla. El motor de accionamiento del aparato de limpieza estará gobernado por un control eléctrico, que actúa en función de las diferencias de nivel entre la superficie del líquido aguas arriba y aguas debajo de la rejilla, es decir, de la pérdida de carga generada por la misma.

Esta pérdida de carga aumenta con las retenciones de sólidos, y cuando llega a un valor señalado de antemano se cierra el circuito, poniendo en marcha el motor de limpieza.

El valor señalado será el correspondiente a la pérdida de carga a caudal punta para un atascamiento del 70%.

Así se produce un funcionamiento del sistema limpiador solo cuando es necesario, consiguiéndose, con respecto a sistemas de limpieza de intervalo de tiempo fijo, un ahorro considerable de energía, una mayor cantidad de materia retenida y un menor desgaste de maquinaria.

### 3.3.2. CANTIDAD DE MATERIA RETENIDA

Para el cálculo del volumen de materias retenido en las rejas se pueden adoptar las siguientes se puede considerar que las retenciones son de 2-3 l/hab.año.

Si adoptamos un valor de 2.5 l/hab.año, la cantidad de materia retenida es, suponiendo la máxima población:

$$2,5 \text{ l/hab.año} * 823 \text{ hab.} = 2057.50 \text{ L/año} = 5.64 \text{ l/d.}$$

## 3.4. TAMIZ ESTÁTICO

Seguidamente en la línea de agua se instalará un tamiz estático, que es básicamente un filtro para la separación de sólido-líquido. La solución elegida es una solución económica en comparación con otros modelos, de separación en continuo, con escasa necesidad de atención por parte del personal de servicio de mantenimiento y nula incorporación de energía.

Consta principalmente de un cuerpo realizado en PRFV (Poliéster reforzado en fibra de vidrio) y un soporte de malla de acero inoxidable que canaliza el vertido a tratar, similar al que se adjunta en la imagen 1.



Ilustración 3.- Tamiz estático

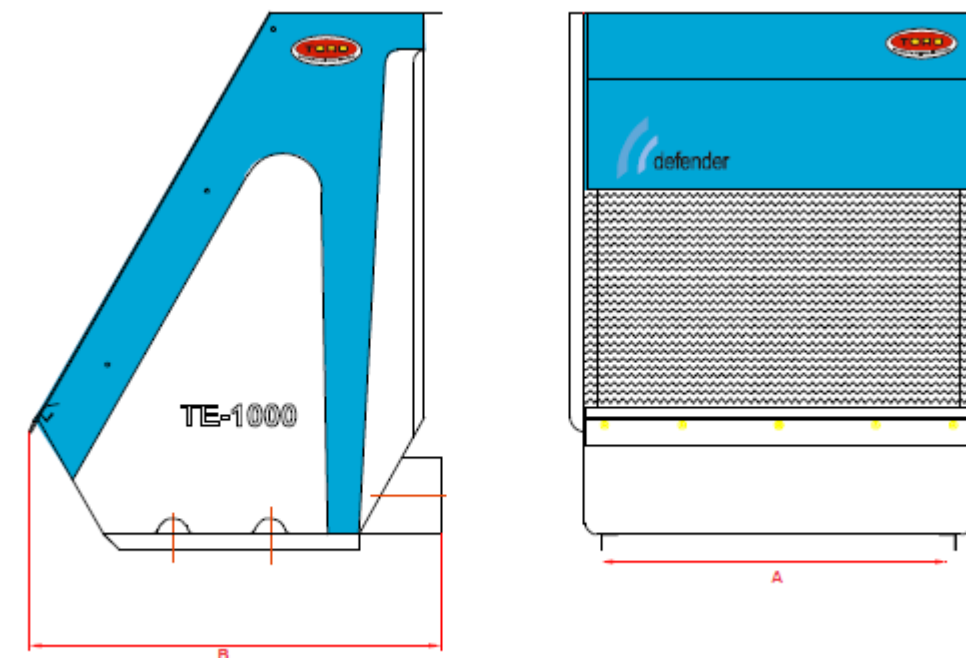


Ilustración 4.- Dimensiones de los tamices estáticos





TAMICES ESTATICOS EN P.R.F.V./ MALLA EN AISI 304			
MODELO	T.E-500	T.E.-1.000	T.E.-1.500
Anchura (A), mm.	590	1.070	1.580
Profundidad (B), mm.	1.050	1.050	1.050
Altura (C), mm.	1.350	1.350	1.350
Diámetro salida, mm.	200	250	300
CAUDALES MÁXIMOS ( de agua limpia )			
LUZ DE MALLA	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h
0,5 mm.	13	26	39
0,75 mm.	21	42	63
1 mm.	30	60	90
1,5 mm.	42	84	126
2 mm.	58	114	162

Ilustración 5.- Dimensiones de tamices comerciales

Los cálculos correspondientes a dicho tamiz son los que se indican a continuación:

#### Tamizado estático

	REFERENCIA	VALOR DE DISEÑO	VALOR DE CALCULO
<b>Tipo de tamiz:</b>		TORO TE-1500	
Abertura de tamiz (mm.):		0,5	
Anchura del elemento(mm.):		1580	
Pérdida de carga (mm.):		1018	
Capacidad mínima (m3/h):		13	
Capacidad maxima(m3/h):		39	
Capacidad media (m3/h):		26	
Capacidad de diseño (m3/h):		30	
NUMERO DE TAMICES MINIMO:			1,00
Número de tamices de resguardo:		1	
NUMERO TOTAL DE TAMICES:			2,00
SUPERFICIE UNITARIA (m2):			1,659
Coeficiente de resguardo (%):		200	
SUPERFICIE TOTAL OCUPADA (m2):			9,95
RENDIMIENTOS ELIMINACION CONTAMINANTES			
* DBO5 (%):	0	0	
* SOLIDOS EN SUSPENSION (%):	10 - 15	12	
* COLIS FECALES (%):	10 - 20	12	
CONTAMINACION EN EL EFLUENTE TRATADO			
* DBO5 (mgr/ltr):			245,10
* SS (mgr/ltr):			269,61
* COLIS FECALES (CF/100 ml):			65208000

### 3.5. DESARENADO Y DESENGRASADO

Su función es la de separar los elementos pesados en suspensión (arenas, arcillas, limos), que lleva el agua residual y que perjudican los tratamientos posteriores, generando sobrecargas de fangos, depósitos en conducciones, abrasión en rodetes de bombas y equipos, disminuyendo la capacidad hidráulica....

La retirada de estos sólidos se realiza en depósitos, donde se reduce la velocidad del agua, aumentando su sección de paso. Las partículas en suspensión, debido al mayor peso, se depositan en el fondo del depósito denominado desarenador.

Dentro del proceso de desarenado se pueden incluir también el proceso de desengrasado. La acción conjunta de ambos presenta las siguientes ventajas, respecto al hecho de realizarlos por separado:

- Las velocidades de sedimentación de las arenas y de flotación de las partículas de grasa no se modifican prácticamente por realizar el desarenado y la desemulsión de grasas en el mismo depósito. Ello es lo lógico si se considera la diferencia de densidades entre las partículas de arena y de grasa.
- El aire comprimido añadido para la desemulsión ayuda a impedir la sedimentación de las partículas de fango, poco densas por lo que la arena depositada en el fondo del desarenador es más limpia.
- Las partículas de arena, al sedimentar, deceleran las velocidades ascensionales de las partículas de grasa. Disponen así estas de más tiempo para ponerse en contacto entre sí durante su recorrido hacia la superficie, aumentándose de rendimiento de flotación de grasas.

Vistas las ventajas y las recomendaciones, parece lógico optar por un desarenador aireado – desengrasado en el pretratamiento.

Las recomendaciones indicadas para el diseño de la sección transversal de los desarenadores son las siguientes:

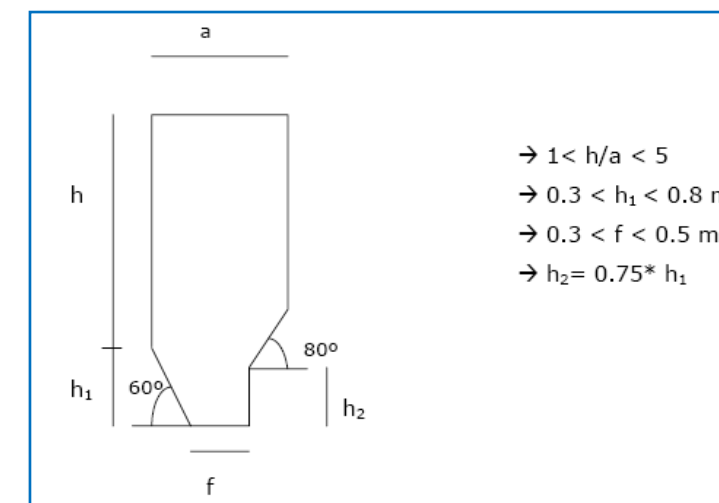


Ilustración 6.- Recomendaciones para desarenador

A continuación, se adjunta una tabla con todos los cálculos del desarenador-desengrasador:



**Desarenado - desengrasado**

	REFERENCIA	VALOR DE DISEÑO	VALOR DE CALCULO
<i>* Parametros de diseño *</i>			
Vel. ascensional (m/h):	< 30	30	
Vel. de paso (m/s):	< 0.15	0,15	
T. retención hidráulico (min):	'5 a 10	5	
<i>* Cálculos *</i>			
VOLUMEN TOTAL NECESARIO(m3):			2,10
SUP.TRANS. NECESARIA TOTAL (m2):			0,05
SUP. HORIZ. NECESARIA TOTAL(m2):			0,84
<i>* Dimensionado *</i>			
Relación ancho/calado:	1 - 1,5	1	
Ancho desarenador (m.):			0,75
CALADO(m.):		0,75	
Longitud desarenador (m):		4	
Resguardo (m.):		0,3	
ALTURA RECTA TOTAL (m.):			1,05
SUPERFICIE TRANSVERSAL (m2):			0,56
NUM. DESARENADORES POR SUPERF.:			0,28
NUM. DESARENADORES POR VOLUMEN:			0,93
NUMERO DE LINEAS NECESARIAS:			0,93
NUMERO DE LINEAS ADOPTADO:			1,00
SUPERFICIE UNITARIA (m2):			3,00
VOLUMEN UNITARIO (m3):			3,15
SUPERF. TOTAL DESARENADORES(m2):			3,00
<i>* Valores de funcionamieto *</i>			
Número final de líneas:			1,00
VEL. ASCENS. FUNCIONAL (m/h):	< 30		8,39
VEL. DE PASO FUNCIONAL (m/s):	< 0.15		0,01
TIEMPO RETENCION HIDRAULICO(min):	'5 a 10		7,50
<i>* Equipos mecánicos por línea *</i>			
Necesidad aire (m3/h/m3 tanque):	1 - 2	1,5	
CAUDAL DE AIRE (m3/h):			4,73
PRESION SOPLANTE (mca):			1,01
Capacidad extrac. arenas (l/1000 m3):		50	
CAPAC. BOMBA EXTRAC.ARENAS (L/h):			1,26
<i>RENDIMIENTOS ELIMINACION CONTAMINANTES</i>			
* DBO5 (%):	0	0	

**Desarenado - desengrasado**

* SOLIDOS EN SUSPENSION (%):	10 - 20	10	
* COLIS FECALES (%):	10 - 25	10	
CONTAMINACION EN EL EFLUENTE TRATADO			
* DBO5 (mgr/ltr):			245
* SS (mgr/ltr):			243
* COLIS FECALES (CF/100 ml):			5,87E+07

**3.5.1. PRODUCCIÓN, BOMBEO Y EXTRACCIÓN DE ARENAS**

La cantidad de arena que se deposita en un desarenador depende, aparte de los factores geométricos de su dimensionado, de gran cantidad de factores heterogéneos, como son: Sistema de alcantarillado (unitario separativo), estado del terreno y los pavimentos, sistema de limpieza, tipo de imbornales...

En el libro Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras se recomienda utilizar un valor comprendido entre 4 y 150 cm<sup>3</sup> de arena por m<sup>3</sup> de agua bruta.

En este caso se adoptará un valor de 50 l/1000 m3, como puede verse en la tabla anteriormente adjunta, por lo que el caudal de arena a retirar será por tanto:

$$Q_{arenas} = \frac{50 \cdot 83 \cdot 24}{1000000} = 0.10 \text{ m}^3/d$$

La extracción de arenas se efectúa mediante un equipo de bombeo para la extracción del conjunto aguaarena aspirando del fondo del desarenador-desengrasador, de caudal unitario 1.26l/h, altura manométrica 5 m.c.a..

El conjunto agua-arena retirado será enviado a un contenedor, y de este al vertedero de residuos urbanos.

**3.5.2. PRODUCCIÓN SEPARACIÓN Y EXTRACCIÓN DE GRASAS Y FLOTANTES**

En lo que respecta a la producción de grasas, se estima que la producción teórica de las mismas se cifra en 24g/h/d y que el rendimiento de eliminación previsto es del 50 %. Con estos parámetros de diseño, se deduce la producción diaria de grasas, el volumen de mezcla a evacuar y el volumen máximo a retirar.

$$grasas(kg / dia) = 0.5 \cdot 0.024 \cdot 823 = 9.88 \text{ Kg} / d$$

$$concentración = 100 \text{ g/l} = 100 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

$$volumen (\text{m}^3/d) = 9.88/100 = 0.099 \text{ m}^3 / d$$

La mezcla flotantes-agua se recoge en una caja de grasas, y a continuación, estas se envían a un contenedor para su recogida, y de ahí, a vertedero, y el agua clarificada, a cabecera de línea.



Tanto los residuos generados de arenas y grasas pueden enviarse a vertedero ya que su origen es únicamente urbano y, al no existir ningún tipo de actividad industrial en la zona de relevancia, puede garantizarse que no necesitan ningún tratamiento adicional.

### 3.6. DECANTACIÓN PRIMARIA

Se optará por un decantador rectangular de flujo horizontal y funcionamiento continuo. A continuación se exponen los cálculos de dicho decantador:

#### Decantador convencional rectangular:

	REFERENCIA	VALOR DE DISEÑO	VALOR DE CALCULO
<i>* Parametros de diseño *</i>			
Vel. ascensional $Q_{medio}$ (m/h):	< 1.3	1,3	
Vel. ascensional $Q_{max}$ (m/h):	< 2.5	2,5	
SUPERF. HORIZONTAL $Q_{medio}$ (m2):			6,46
SUPERF. HORIZONTAL $Q_{máx.}$ (m2):			10,07
SUPERFICIE HORIZ. NECESARIA (m2):			10,07
T.retenc. hidráulico $Q_{medio}$ (h.):	> 2	2	
T.retenc. hidráulico $Q_{max}$ (h.):	> 1	1	
VOLUMEN A $Q_{máximo}$ (m3):			25,18
VOLUMEN A $Q_{medio}$ (m3):			16,79
VOLUMEN TOTAL (m3):			25,18
<i>* Cálculos *</i>			
Calado (mts):	2 - 3.5	2	
Relación largo/ancho:	3 - 5	3,5	
LONGITUD DECANTADOR (mts):			7,00
Ancho decantador (mts):	< 25 m.	2	2,00
NUMERO MINIMO DE DECANTADORES:			0,72
<i>* Dimensionamiento *</i>			
Número de decantadores:			1,00
ANCHO (m.):			2
LONGITUD (m.):			7,00
LONGITUD ADOPTADA(m.):			7,00
CALADO (m.):			2
Resguardo (m.):		0,3	
ALTURA RECTA TOTAL(m.):			2,3
RELACION LONGITUD/CALADO:	4 - 35		3,50
RELACION LONGITUD/ANCHO:	3 - 5		3,50
SUPERF. DECANTADOR PRIMARIO(m2):			14,00
VOLUMEN DECANTADOR PRIMARIO(m3):			28,00
SUPERF. TOTAL DECANT. PRIM.(m2):			14

<i>* Valores de funcionamiento *</i>		
NUMERO DE DECANTADORES FINAL:		1,00
VEL. ASCENSIONAL $Q_{medio}$ (m/h):	< 1.3	0,60
VEL. ASCENSIONAL $Q_{punta}$ (m/h):	< 2.5	1,80
T.RETENC. HIDRAULICO $Q_{medio}$ (h.):	> 2	3,34
T.RETENC. HIDRAULICO $Q_{punta}$ (h.):	> 1	1,11
REFERENCIA	VALOR DE DISEÑO	VALOR DE CALCULO
<i>* Equipos mecanicos por línea *</i>		
Concentración de fangos (%):	3 - 5	3
Flujo fangos primarios(kg. SS/d):		29,33
Fangos producidos (m3/día):		0,98
Capac.bomba extrac.fangos(m3/h):		0,49
REND. ELIMINACION CONTAMINANTES		
* DBO5 (%):	30 - 35	30
* SOLIDOS EN SUSPENSION (%):	60 - 65	60
* COLIS FECALES (%):	25 - 90	25
CONT. EN EL EFLUENTE TRATADO		
* DBO5 (mgr/ltr):		172
* SS (mgr/ltr):		97
* COLIS FECALES (CF/100 ml):		4,40E+07

### 3.7. TRATAMIENTO SECUNDARIO MEDIANTE BIODISCOS

Como ya se justificó en el Anejo de alternativas el tratamiento biológico se realizará mediante el proceso de contactores biológicos rotativos, más conocido como biodiscos o biocilindros.

Los parámetros de proyecto de los biodiscos estarán definidos de acuerdo con los siguientes criterios:

- Carga hidráulica entre 0,06 y 0,25 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h para la eliminación de materia orgánica carbonosa.
- Carga máxima sobre la 1ª etapa entre 12 y 24 g·DBOS/m<sup>2</sup>/d o entre 30 y 40 g·DBOt/m<sup>2</sup>/d.

Las unidades de biodiscos se distribuirán en etapas, entendiéndose como tal la subdivisión del medio soporte del proceso en una serie de celdas independientes. Dicha subdivisión se llevará a cabo dentro de un mismo tanque mediante el empleo de deflectores o disponiendo diferentes tanques en serie.

Se instalarán, **en disposición I+I**, dos cadenas de tratamiento en paralelo, de modo que sea posible aislar una de ellas para efectuar operaciones de mantenimiento y reparación.

Los tanques podrán construirse en acero o en hormigón armado.

Los ejes se emplearán como soporte del medio y para su rotación.



El diámetro de los discos estará comprendido entre 2.0 y 3.7 m., y su espesor no será superior a 3.6 mm.

La geometría y detalles de diseño serán facilitados por el fabricante.

El medio estará fabricado en polietileno de gran densidad, con diferentes configuraciones o corrugados. Se recomienda emplear medio corrugado, ya que se aumenta la superficie disponible y se favorece su estabilidad estructural.

Los tipos de medios se clasificarán en función de la superficie de medio por eje, distinguiéndose medios de baja, media y alta densidad.

En las primeras etapas se emplearán medios de baja densidad, mientras que en las etapas intermedias y finales del proceso se emplearán indistintamente medios de media o alta densidad.

La rotación de los ejes se efectuará por la acción directa de mecanismos de transmisión mecánica. Para regular la velocidad de rotación se incorporarán dispositivos de variación de velocidad.

La velocidad de giro no será superior a 2 r.p.m. ni inferior a 1 r.p.m.. La velocidad periférica máxima estará comprendida entre 0.15 y 0.30 m/s. El volumen específico de los tanques se estimará en 0.005 m3 de tanque por m2 de medio.

La altura de la lámina de agua será aquella que permita sumergir un 40% del medio durante la eliminación de materia orgánica carbonosa.

El espesor máximo de biopelícula sobre el medio estará comprendido entre 2 y 3 mm.

Sobre todos y cada uno de los ejes se dispondrá un cerramiento para proteger el medio plástico de la radiación ultravioleta, proteger el proceso de las bajas temperaturas y controlar la proliferación de algas.

Los cálculos del reactor biológico son los que se adjunta a continuación:

#### BIODISCOS

Fracción soluble DBO afluente 1º (%):	50,00	50,00	
Carga orgánica 1ª etapa (gDBOT/m2/d):	30-40	30,00	
Carga orgánica 1ª etapa (gDBOS/m2/d):	12 - 24	12,00	
Carga hidráulica (m3/m2/d):	0.06 - 0.25		
Diámetro discos (m):	2 - 3.6	3,60	
Longitud eje (m)	< 7.6	5,27	
Área soporte eje (m2):	1019 - 9260	5.557,00	
Volumen específico (L/m2):	5 - 9	6,00	
Coef. Cinét. Orden 2: k (mg/L/h):		0,08	
Cálculos 1ª etapa:			
Área 1ª para DBOT (m2):			1.152,20
Área 1ª para DBOS (m2):			1.440,25
Área necesaria 1ª etapa (m2):			1.440,25
Número de ejes necesarios:			0,26
Número de ejes adoptado:			1,00
Volumen (m3):			33,34
TRH (h):			3,97
DBOS ef. 1ª etapa (mg/L):			14,69

#### BIODISCOS

DBOT ef. 1ª etapa (mg/L):			21,35
Cálculos 2ª etapa:			
Área 2ª etapa DBOT (m2):			143,36
Área 2ª etapa DBOS (m2):			246,56
Área necesaria 2ª etapa (m2):			246,56
Área soporte eje (m2):	1.019 - 9.260		5.557,00
Número de ejes necesarios:			0,04
Número de ejes adoptado:			1,00
Volumen (m3):			33,34
TRH (h):			4,0
DBOS ef. 2ª etapa (mg/L):			5,33
DBOT ef. 2ª etapa (mg/L):			6,67
Dimensionamiento:			
Nº líneas		1,00	
Nº ejes/línea en 1ª etapa			1,00
Nº ejes/línea en 2ª etapa			1,00
Longitud eje (m):			5,27
Diámetro discos + holgura (m):			3,96
Longitud unitaria (m):			7,92
Anchounitario (m):			5,27
Altura unitaria (m):			1,98
Funcionamiento:			
Carga orgánica total 1ª (g DBOT/m2/d):	30 - 40		2,07
Fracción soluble DBO efluente (%):	70 - 75	70,00	
Carga orgánica soluble 1ª (g DBOS/m2/d):	12 - 24		1,45
Carga hidráulica (m3/m2/d):	0.06 - 0.25		0,01
DBOT efluente (mg/L):	<= 25		6,67
Rendimiento (%):	> 70		96,11

### 3.8. DECANTADOR SECUNDARIO

Los criterios geométricos coinciden con los aplicados para el decantador primario. La principal diferencia se encuentra en los valores límite que toman los parámetros de diseño. A continuación se adjuntan los cálculos del mismo.

Los parámetros de diseño para decantadores secundarios de efluentes de biodiscos son los siguientes:

- Velocidad ascensional

$$V_{asc} = \frac{Q}{S}$$





La velocidad ascensional a caudal medio será inferior a 0,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h, y a caudal punta será menor que 1,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h.

El tiempo de retención hidráulico mínimo a caudal medio será 2,5 h y a caudal punta será 1,5 h.

- Calado bajo vertedero: de 2 a 3.5 m.
- Carga sobre vertedero: < 15 m<sup>3</sup>/h/m a caudal punta y < 8,5 a caudal medio.
- Carga de sólidos por unidad de superficie menor de 2,5 kg/m<sup>2</sup>/h a caudal medio y de 4,5 kg/m<sup>2</sup>/h a caudal punta.
- Caudal unitario por metro lineal de vertedero menor de 12 m<sup>3</sup>/h a caudal medio y de 20 m<sup>3</sup>/h a caudal punta.
- Proporciones de forma: Vale lo dicho para los decantadores primarios.

Se definirá claramente el sistema de entrada y de salida del agua, justificando que el propuesto permite un correcto funcionamiento.

Se deberá definir el calado del borde que se proyecte, aunque se recomienda que no sea superior a 3 metros.

El decantador o decantadores podrán ser rectangulares o circulares, con rasquetas móviles.

Los equipos deberán cumplir todas las prescripciones que se indicaban en el apartado correspondiente a la decantación primaria, además de los aspectos que se indican a continuación.

El sistema de recogida de fangos permitirá una rápida concentración del mismo en el punto de extracción. Si fuera necesario, por las dimensiones de la unidad o por las cantidades concentradas, se propondrá un sistema de succión para la recogida.

El sistema de succión se instalará obligatoriamente en los decantadores circulares de diámetro superior a 35 metros a lo largo de un radio, y en todo el diámetro si el mismo es superior a 45 metros.

Los cálculos del decantador secundario a implantar son los siguientes:

### Decantador secundario circular

Parametros de diseño			
Vel. ascensional Qmedio (m/h):	< 1,3	1,3	
Vel. ascensional Qmáx (m/h):	< 2,0	2	
SUPERF. HORIZONTAL Qmedio (m²):			6
SUPERF. HORIZONTAL Qmáx. (m²):			13
SUPERFICIE HORIZ. NECESARIA (m²):			13
T.retenc. hidráulico Qmedio (h.):	> 2,5	2,5	
T.retenc. hidráulico Qmáx (h.):	> 1,2	1,2	
VOLUMEN a Qmedio (m³):			21
VOLUMEN a Qmáximo (m³):			30
VOLUMEN TOTAL NECESARIO (m³):			30
Cálculos			
Calado teórico (m.):			2,40
Valor adoptado.....	>2.5	2,50	
Diámetro teórico (m):			4,00
Valor adoptado.....		5,00	

### Decantador secundario circular

SUPERFICIE UNITARIA (m²):		20
VOLUMEN UNITARIO ÚTIL (m³):		49
NUM. MÍNIMO DE DECANTADORES POR SUPERFICIE:		0,64
NUM. MÍNIMO DE DECANTADORES POR VOLUMEN:		0,62
NÚMERO DE DECANTADORES NECESARIO:		0,64
NÚMERO DE DECANTADORES ADOPTADO:	1	
Dimensionamiento		
Número de decantadores:	1	
DIAMETRO ADOPTADO (m.):	5	
CALADO ADOPTADO (m.):	2,50	
Resguardo (m.):	0,3	0,3
ALTURA RECTA TOTAL (m.):		2,8
SUPERFICIE TOTAL DECANTADOR SECUNDARIO (m²):		20
VOLUMEN TOTAL ÚTIL DECANTADOR SECUNDARIO (m³):		49
Valores de funcionamiento		
VEL. ASCENSIONAL Qmedio (m/h):	< 1,35	0,43
VEL. ASCENSIONAL Qmáx (m/h):	< 2,0	1,22
T. RETENC. HIDRAULICO Qmedio (h.):	> 2,5	5,85
T. RETENC. HIDRAULICO Qmáx (h.):	> 1,2	2,05
Producción de fangos		
Producción específica de fangos (kg SSV/kg DBO5 elim.):	0.4-0.5	0,5
Porcentaje volatil de la biomasa (%):	80 - 90	85
Producción específica fangos REAL: Y (kg SS/kg DBO5):		0,38
Producción biomasa en exceso (kg SS/día):		0,51
SSF en el lecho (mg/L)		29
Producción fangos debida a SSF (kg SS/día)		6
PRODUCCIÓN TOTAL DE FANGOS (kg SS/día)		6
Concentración fangos secundarios (%):	2-5	4,0
VOLUMEN (Caudal) DE FANGOS SECUNDARIOS (m³/día):		0,16
Equipos mecánicos		
Fangos producidos (m³/día):		0,16
Capac. bombas extracción fangos (m³/h):		0,03
Capac. bombas extracción fangos (l/min.):		0,44
Tipo de bomba:	Flygt ADBP	10 l/min.

El rendimiento de eliminación de contaminantes y la carga contaminante en el efluente tratado tras la decantación secundaria será la siguiente:

### REND. ELIMINACION CONTAMINANTES DECANTADOR

* DBO5 (%):	30 - 35	30	
* SOLIDOS EN SUSPENSION (%):	60 - 65	60	
* COLIS FECALIS (%):	25 - 90	90	
* NTK (%):	0	0	
CONT. EN EL EFLUENTE TRATADO			



* DBO5 (mgr/l):		4,7
* SS (mgr/l):		9,7
* COLIS FECALES (CF/100 ml):		7,41E+06
* NTK (mg/l):		24,3

#### Dispositivos del decantador

En los decantadores circulares, la entrada de agua se produce por el centro y la salida por la periferia. La poceta de fangos se sitúa en el centro.

Sistema de entrada de agua: El dispositivo de entrada de agua consiste en una corona de reparto cilíndrica. La salida del agua se efectuará por medio de orificios rectangulares de 10 cm de ancho por 0.35 m de alto.

Sistema de recogida de agua: La recogida del efluente tratado se realizará mediante un vertedero perimetral, que da paso a un canal de 0.2 m de ancho y una pendiente de 0.004.

Sistema de recogida de fangos: Poceta de fangos. Estará situada en el centro del decantador, tendrá forma troncocónica y sus dimensiones serán:

- Diámetro superior: 1.40 m
- Alto: 0.23 m
- Pendiente de las paredes: 41°

Purga de fangos: La purga de fangos se realizará por el fondo de la poceta y el número de purgas por día será la que considere el jefe de planta según el estado de funcionamiento de la instalación. La purga se controla mediante electroválvulas temporizadas, a la salida de la poceta de cada decantador. Los fangos son conducidos por tubería a un pozo de bombeo, junto con los primarios. De ahí son bombeados al espesador.

Sistema de barrido: El barrido de fangos se realizará mediante un puente de rasquetas giratorio. Las rasquetas cuelgan de un puente giratorio que va desde el centro a la periferia, realizándose la tracción desde la periferia mediante un carro tractor. Este sistema permite obtener pequeñas velocidades de arrastre.

La velocidad máxima de las rasquetas será de 60 m/h, para evitar la suspensión de los fangos, y la pendiente de la solera hacia la poceta de fangos será del 6,6 %.

### 3.9. DESINFECCIÓN

La desinfección por ultravioleta se dispone al final del tratamiento para aumentar la eficiencia del proceso, al eliminar los sólidos en suspensión de las aguas brutas.

Los sistemas de desinfección deben ajustarse a equipos comerciales existentes, adoptando como parámetros fundamentales la velocidad de paso y el caudal de tratamiento.

Para evitar la dependencia de un único equipo, se instalan dos líneas de desinfección iguales, cada una para un tratamiento de 12 m³/h. Adoptando una velocidad de paso máxima de 0,3 m/s, y suponiendo un equipo de forma cilíndrica, se obtiene la sección necesaria mediante la siguiente expresión:

$$v_{paso} = \frac{Q_{TTO}}{S} \rightarrow S = \frac{12 * 3600}{0.3} = 0.016m^2 \rightarrow \varnothing = 150mm$$

Con este diámetro, y el caudal, se definen los parámetros a los que tienen que adaptarse los equipos:

Número de líneas	2 uds
Caudal de tratamiento por línea	35 m³/h
Máxima velocidad de paso	0.3 m/s
Diámetro necesario útil	150 mm

Finalmente se opta por un modelo Standar 20 de Lamik ó similar, con las siguientes características geométricas:

Longitud total	1480 mm
Longitud cilindro de desinfección	1315 mm
Longitud zona de desinfección	1200 mm
Diámetro de la carcasa	250 mm
Diámetro cilindro desinfección	140 mm
Diámetro bridas entrada y salida	40 mm
Caudal máximo de tratamiento	20 m³/h

La radiación de longitud de onda alrededor de 254 nm penetra en la pared celular de los organismos y es absorbida por los materiales celulares, incluidos el ADN y el ARN, lo cual puede impedir la reproducción o producir directamente la muerte de la célula. Debido a que solo son efectivos los rayos ultravioletas que alcanzan las bacterias, es conveniente que el agua esté libre de turbiedad la cual podría absorber la radiación ultravioleta y actuar como escudo de las bacterias (en este caso el contenido de SS es bajo, 9.7 mg/l, por lo que no es de esperar problemas de este tipo).

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FANGOS

El dimensionamiento de la línea de fangos se realiza a partir de los caudales de producción de fangos obtenidos, en este caso del proceso de tratamiento físico-químico. Son los que le siguen.

#### FLUJOS DE FANGOS

	REFERENCIA	VALOR DE DISEÑO	VALOR DE CALCULO
Flujo fangos primarios (Kg/d):			29,33
Concentración fangos primarios (%):			3,00
Caudal fangos primarios (m3/d):			0,98
Porcentaje de volátiles F 1º(%):	70-80	75,00	
Flujo fangos secundarios (Kg/d):			24,24
Concentración fangos secundarios (%):	2	4,00	4,00
Caudal fangos secundarios (m3/d):			0,61
Porcentaje de volátiles F 2º(%):	70-80	75,00	



## 4.1. ESPESADOR POR GRAVEDAD

### 4.1.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño en espesadores por gravedad son los siguientes:

Carga hidráulica:  $CH=Q/S$

Donde:

- Q: caudal en m<sup>3</sup>/h.
- S: superficie horizontal del decantador

Para fangos procedentes de tratamientos biológicos con biodiscos y la mezcla de estos con fangos primarios, este valor debe ser inferior a 24 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d.

Carga de sólidos:  $CO=Q \cdot S_0/S$

Donde:

- So: concentración del fango de la alimentación.
- Q: So expresa el flujo másico de fangos que llega a la alimentación.
- S: superficie del espesador.

Para mezcla de fangos primarios y procedentes de biodiscos, este valor debe estar entre 49 y 78 Kg de SS/m<sup>2</sup>/d, según el Metcalf & Eddy. Aurelio Hernández da valores prácticamente iguales: 2-3,3 Kg de SS/m<sup>2</sup>/h.

- Calado en vertedero entre 2 y 3.5 m.
- Tiempo de retención hidráulico.

Será superior a 24 horas.

- Concentración del fango espesado entre el 4% y el 8%..
- Resguardo del espesador no inferior a 0.5m.
- Velocidad ascensional.

Influye sobre la forma de la curva de sedimentación, en la capacidad de formación y eliminación de sobrenadantes.

Los valores de la velocidad ascensional deben estar comprendidos entre 2,0 y 3,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h. El sobrenadante del espesador deberá ser conducido a cabecera de la instalación.

Se definirá el material utilizado para las rasquetas de barrido de fangos y se prestará especial atención al dimensionamiento del motorreductor de arrastre, que deberá absorber el par torsor que originen las rasquetas, para lo cual la carga uniforme de sólidos por metro lineal de rasquetas será, como mínimo, de 40 kg/m.

### 4.1.2. DIMENSIONAMIENTO

Se calcula el área mínima a partir de la carga de sólidos, la carga hidráulica y la velocidad ascensional. El área mínima del espesador será el mayor de los tres valores. A partir del tiempo de retención hidráulico se calcula el volumen mínimo, y dividiendo por el área, se calcula el calado.

Con los valores finalmente adoptados de diámetro y caudal se comprueba que los valores de funcionamiento están dentro de los rangos admisibles.

#### ESPESADORES AMBOS FANGOS

	REFERENCIA	VALOR DE DISEÑO	VALOR DE CALCULO
Carga de Sólidos (kg SS/m <sup>2</sup> .d):	49-78	60,00	
Velocidad ascensional (m/h):	2-3,5	3,00	
Tiempo retención de fangos (h):	24	24,00	
Tiempo retención sobrenadante (h):	< 2 (pta)	1,00	
Concentración fango espesado (%):	< 8 - 10	4,00	
Altura útil espesador adoptada (m)		1,40	
Superficie necesaria por C.S. (m <sup>2</sup> ):			0,89
Superficie necesaria por V.A. (m <sup>2</sup> ):			0,35
Proporción fang/sobrenad en espesador	1/2 - 2/3	0,60	
% máxima conc en zona fangos (%):	50 - 100	75,00	
Superficie necesaria por TRFesp.(m <sup>2</sup> ):			1,17
Superficie necesaria por TRSobr.(m <sup>2</sup> ):			0,01
Superficie adoptada (m <sup>2</sup> ):			1,17
altura de sobrenadante (m)			0,53
altura de fango(m)			0,88
Diámetro máximo espesador (m):	03-30	3,00	
Superficie unitaria (m <sup>2</sup> ):			7,07
Número necesario de espesadores:			0,17
* DISEÑO ADOPTADO *			
Número de espesadores adoptado:			1,00
Diámetro unitario (m):			1,22
Superficie unitaria (m <sup>2</sup> ):			1,17
Superficie total (m <sup>2</sup> ):			1,17
Volumen total (m <sup>3</sup> ):			1,64
* Características funcionales: *			
Carga de Sólidos (kg SS/m <sup>2</sup> .d):			45,71
Velocidad ascensional (m/h):			0,03
Tiempo retención de fangos (h):	<24		24,00
Tiempo retención sobrenadante (h):	<1.4		1,40
* Flujos salida espesadores *			
Flujo fango espesado (kgSS/d):			424,12
Concentración fango espesado (%):			4,00
Caudal Fango espesado (m <sup>3</sup> /d):			1,34
Caudal sobrenadante (m <sup>3</sup> /d):			0,24



### 4.1.3. CARACTERÍSTICAS

El agua penetra por la parte central del aparato, a través de una campana deflectora que tiene por misión repartir la corriente de agua de una forma uniforme.

Los sólidos se concentran en el fondo con ayuda de dos brazos con rasquetas movidos por un moto-reductor que acciona el eje central sobre el que se sujetan los brazos. La pendiente del fondo será del 20% y la poceta, situada en el centro del espesador, tendrá las siguientes dimensiones:

Diámetro superior: 1,0 m

Alto: 0.30 m

Pendiente de las paredes: 56º

## 4.2. DESHIDRATACIÓN DEL FANGO

Se empleará un filtro banda.

### 4.2.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

- Carga de aplicación de fangos

Las cargas de aplicación de fangos varían entre 90 y 680 kg/m/h. Se ha adoptado un valor de diseño de 275 kg/m/h.

- Ancho de banda

En el mercado se dispone de filtros con anchos de banda entre 0,5 y 3,5 m.

- Caudal de agua de lavado

Generalmente el caudal de agua de lavado es 100 l/min por metro de anchura de banda.

- Contenido de sólidos en el fango alimentado

Para fangos digeridos por vía anaerobia, procedentes de tratamiento primario y biodiscos, está ente el 3% y el 6%. El valor adoptado es 3%.

- Contenido total de sólidos en el fango deshidratado

Para fangos de las características descritas, el contenido total de sólidos en el fango deshidratado oscila entre el 20% y el 35%. Se ha tomado un valor medio, 30%.

- Concentración de sólidos en el líquido filtrado

Suele ser de aproximadamente 900 mg/l.

### 4.2.2. DIMENSIONAMIENTO

#### PRODUCCIÓN SEMANAL MEDIA DE FANGOS

La producción semanal media de fango húmedo (kg/semana) es:

$$P_f = Q \cdot 7 \cdot 1000 \cdot \rho_a$$

con:

- Q: caudal de fango espesado (m<sup>3</sup>/d).
- $\rho_a$ : peso específico del fango alimentado (t/m<sup>3</sup>).

La producción de sólidos secos (Ps) será el producto de Pf por el contenido de sólidos en el fango alimentado.

#### CÁLCULO DE LAS TASAS DE TRATAMIENTO

Las necesidades horarias y diarias de tratamiento de sólidos, teniendo en cuenta que el ciclo operativo será de 5 días a la semana y de 8 h al día, son las siguientes:

$$\text{Tasa diaria} = P_s / 5 \text{ (d/semana)}$$

$$\text{Tasa horaria} = \text{Tasa diaria} / 8 \text{ (horas/d)}$$

#### CÁLCULO DEL ANCHO DE BANDA

$$\text{Anchura de banda} = \text{Tasa horaria (kg/h)} / \text{Carga de aplicación de fangos (kg/m/h)}$$

El ancho de banda obtenido es 0,03. Se dispondrá una unidad de 0,5 m en funcionamiento y otra igual de reserva.

#### CÁLCULO DEL CAUDAL DE LÍQUIDO FILTRADO

Se realizará a partir de las ecuaciones del balance de sólidos y de caudales.

Ecuación del balance de sólidos:

Sólidos en el fango alimentado = sólidos en la torta + sólidos en el líquido filtrado

La cantidad de sólidos en el fango alimentado es la tasa diaria de aplicación al fango.

El contenido de sólidos en la torta:

$$\text{Sólidos en la torta} = S \cdot 1000 \cdot \rho_t \cdot C_t$$

con:

- S: caudal de torta de fango, en m<sup>3</sup>/d.
- $\rho_t$ : peso específico de la torta de fango (t/m<sup>3</sup>)
- $C_t$ : contenido de sólidos en el fango deshidratado, en tanto por uno.

La cantidad de sólidos en el líquido filtrado se calcula de la siguiente manera:





$$\text{Sólidos en el líquido filtrado} = F \cdot 1000 \cdot \rho_l \cdot Cl$$

con:

- F: caudal de líquido filtrado, m<sup>3</sup>/d.
- $\rho_l$ : peso específico del líquido filtrado, t/m<sup>3</sup>.
- Cl: concentración de sólidos en el líquido filtrado.

La ecuación de balance de sólidos será:

$$57.38 = 321 \cdot S + 0.909 \cdot F$$

Ecuación de equilibrio de caudales.

$$\text{Caudal de fango} + \text{Caudal de agua de lavado a contracorriente} = \text{caudal de líquido filtrado} + \text{caudal de torta de fango}$$

$$\text{Caudal diario de fango (m}^3/\text{d)} = Q \text{ (m}^3/\text{d)} \cdot 7\text{d}/5\text{d (d funcionamiento semana)}$$

$$\text{Caudal de agua de lavado (m}^3/\text{d)} = ql \text{ a } 60 \text{ min/h} \cdot 8\text{h/d}$$

con:

- ql: caudal de agua de lavado, en m<sup>3</sup>/min/m de anchura de banda.
- a: ancho de banda, en m.

La ecuación será:

$$1.88 + 24 = F + S$$

Resolviendo el sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, se obtiene:

$$F = 0.11 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$S = 25.77 \text{ m}^3/\text{d}$$

#### PORCENTAJE DE CAPTURA DE SÓLIDOS

$$\text{Captura de sólidos (\%)} = (S \text{ alimentación} - S \text{ líquido filtrado}) / S \text{ alimentación} \times 100$$

Los distintos términos ya han sido definidos en el apartado anterior.

El resultado obtenido es un porcentaje del 99,57%

#### NECESIDADES DE FUNCIONAMIENTO PARA CARGA PUNTA

En este apartado se calculan las necesidades de funcionamiento para un caudal de fangos igual al doble del caudal medio, que equivale a una carga punta de sólidos mantenida durante tres días.

Se calcula el flujo másico de sólidos secos para este caudal de la misma forma que se ha explicado en el apartado correspondiente a parámetros de diseño.

El tiempo de funcionamiento se obtiene dividiendo este flujo de sólidos secos por la carga de aplicación de fangos. Se ha obtenido un valor de 1,36 h/d, que se conseguirá sin hacer funcionar la unidad de reserva.

#### ACONDICIONAMIENTO QUÍMICO

Antes de la aplicación del fango al filtro banda se le añadirá polímero para mejorar el rendimiento, pues el acondicionamiento químico da lugar a la coagulación de los sólidos y a la liberación del agua absorbida.

La dosificación de este polímero se realizará como se indica a continuación.

La dosis de polímero necesaria depende fundamentalmente del tipo de fango.

Para la mezcla de fango primario y fango procedente de biodiscos, las dosis oscilan entre 2 y 8 kg de polímero seco / ton de sólidos secos, resultando un valor de adecuado para el diseño de 6 kg de polímero seco / ton de sólidos secos.

El caudal de polímero a añadir se calcula a partir de la concentración de la solución, y el volumen de los depósitos de almacenamiento se obtiene suponiendo una autonomía de funcionamiento de 10 días.

El equipo de dosificación de polímero estará formado por dos bombas dosificadoras de capacidad:

$$Q = 0,11 \text{ l/h}$$

Las bombas, resistentes a la corrosión, serán de desplazamiento positivo con sistema de velocidad variable para controlar el caudal.

Los tanques y las tuberías por donde circulará el polielectrolito serán de PVC.

El resumen de los resultados obtenidos para el dimensionado del filtro banda es el siguiente:

	REFERENCIA	VALOR DE DISEÑO	VALOR DE CÁLCULO
<i>Datos de partida</i>			
<i>Caudal de fango espesado (m<sup>3</sup>/d)</i>			1,34
<i>Contenido de sólidos de fango alimnetado (%)</i>	3-6	3	
<i>Ciclo operativo del filtro</i>			
..... <i>Horas/d</i>		8	
..... <i>días/semana</i>		5	
<i>Pesos específicos (t/m<sup>3</sup>)</i>			
..... <i>del fango alimentado</i>		1,02	
..... <i>de la torta de fango</i>		1,07	
..... <i>del líquido filtrado</i>		1,01	
<i>Variables de diseño</i>			
<i>Ancho de banda (m)</i>	0.5-3		
<i>Carga de aplicación de fango (kg/m/h)</i>	90-680	275	
<i>Cont.Total sól. En fango deshidr. (%)</i>	20-35	30	
<i>Caudal agua lavado (l/min/m de anchura de banda)</i>		100	
<i>Concentración SS en el líquido filtrado (mg/l)</i>		900	
<i>Cálculos</i>			
<i>Producción semanal media de fango húmedo (t/semana)</i>			9,56



<i>Producción semanal media de sólidos secos (t/semana)</i>			0,29
<i>Tasa diaria de tratamiento de sólidos (kg/d)</i>			57,38
<i>Tasa horaria de tratamiento de sólidos (kg/h)</i>			7,17
<b>Dimensionamiento del filtro</b>			
<i>nº de unidades en funcionamiento a caudal medio</i>		1	
<i>Anchura de la banda (m)</i>			0,03
<i>Anchura adoptada (m)</i>	0,5-3		0,50
<b>Cálculo del porcentaje de captura de sólidos</b>			
<i>Caudal diario de fango (m3/d)</i>			1,88
<i>Caudal de agua de lavado (m3/d)</i>			24
<i>Caudal total (m3/d)</i>			25,88
<i>Caudal de torta de fango (m3/d)</i>			25,77
<i>Caudal de líquido filtrado (m3/d)</i>			0,11
<i>Porcentaje de captura de sólidos</i>			99,57
<b>Necesidades de funcionamiento para caudales punta</b>			
<i>Coefficiente punta de fango</i>		2,00	
<i>Carga punta de fango (m3/d)</i>			2,68
<i>Sólidos en la alimentación a caudal punta</i>			114,75
<i>Tiempo de funcionamiento</i>			0,42
<i>nº dse unidades en funcionamiento a caudal punta</i>			1,00
<b>Dosificación del polímero</b>			
<i>Dosis (kg polímero seco/ton sol secos)</i>	1,5-8,5	6	
<i>kg de polímero seco/d</i>			0,34
<i>Concentración de la solución (%)</i>		40	
<i>Caudal de polímero disuelto (l/d)</i>			0,86
<i>Caudal de polímero disuelto (m3/d)</i>			0,00086
<i>Capacidad de la bomba dosificadora (l/h)</i>			0,11
<i>Autonomía de funcionamiento (d)</i>		10	
<i>Volumen necesario (m3)</i>			0,0086
<i>Calado (m)</i>			0,4
<i>Área (m2)</i>			0,022
<i>Diámetro (m)</i>			0,17
<i>Diámetro adoptado (m)</i>			0,20
<i>área adoptada (m2)</i>			0,031
<i>Volumen adoptado (m3)</i>			0,013



## ANEJO 8. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	PGOM AYUNTAMIENTO CALDAS DE REIS.....	3
3.	LEGISLACIÓN URBANÍSTICA.....	4





## 1. INTRODUCCIÓN

Las obras contempladas en el proyecto transcurren dentro del ayuntamiento de Caldas de Reis y por tanto deberán atender a las normas urbanísticas de este municipio, así como a la legislación referente a la ordenación urbanística del suelo de suelo gallego, más concretamente la Ley 9/2002, de 30 de diciembre, de ordenación urbanística y protección del medio rural de Galicia.

Este ayuntamiento cuenta con un Plan General de Ordenación Municipal (En adelante PGOM) el cual se muestra a continuación.

## 2. PGOM AYUNTAMIENTO CALDAS DE REIS

Al consultar el PGOM del Municipio de Caldas de Reis nos centraremos en la zona donde se encuentran los núcleos afectados por esta actuación.

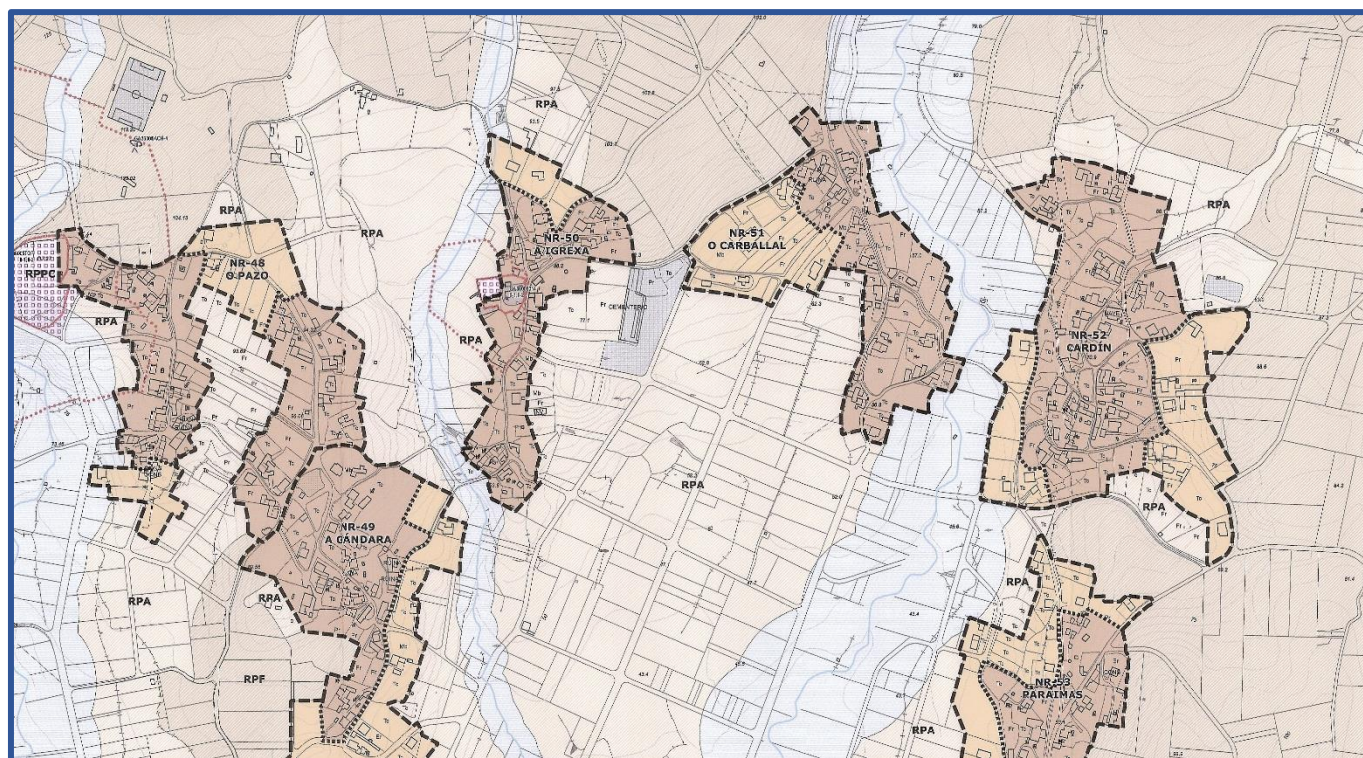


Ilustración 1.- Núcleos de Cardín A Igrexa y Paraimas

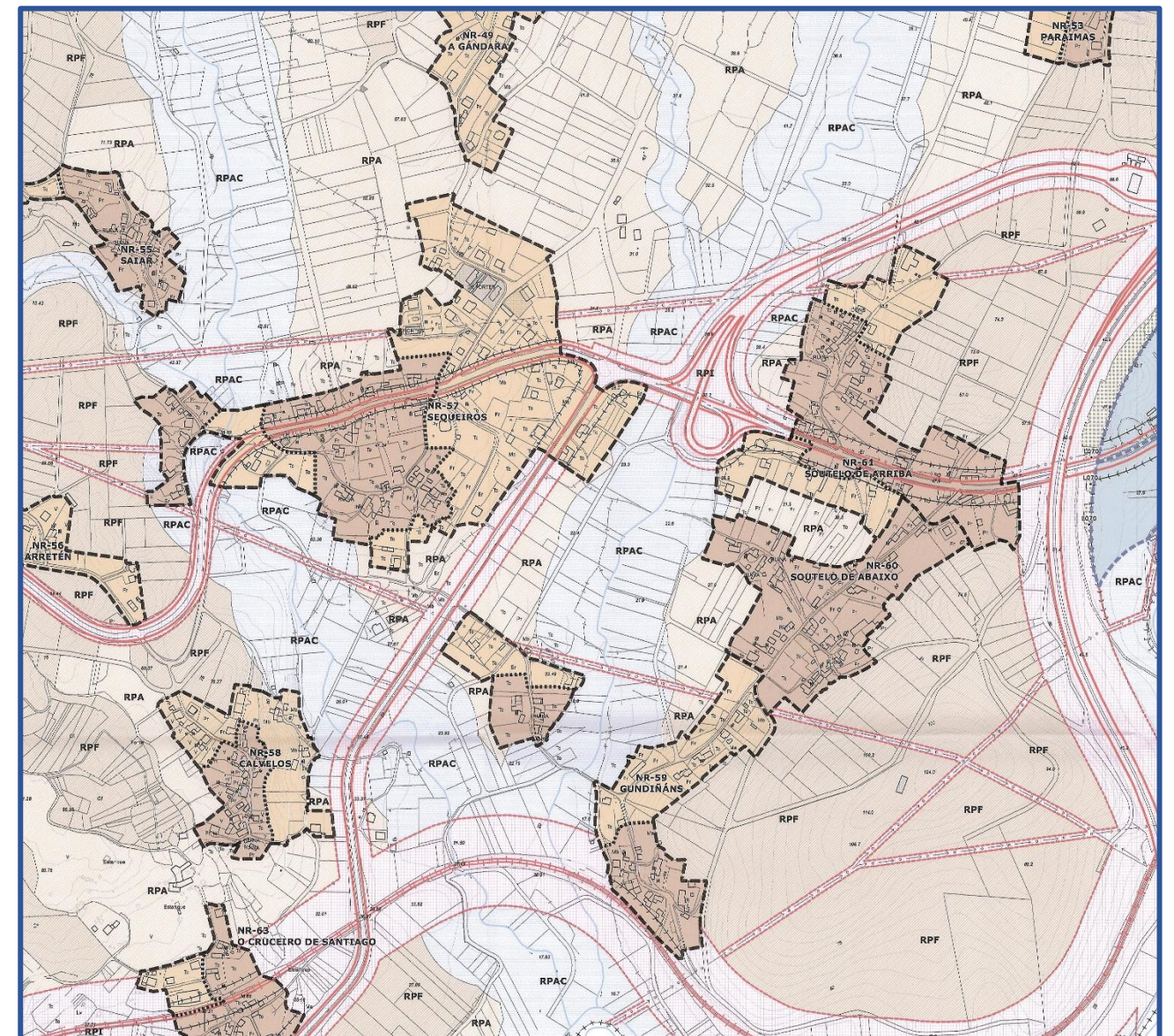


Ilustración 2.- Núcleos de Soutelo, Calvelos, Gundiñans y Sequeiros

<b>SOLO URBANO</b> ■ ■ ■ ■ ■ LÍMITE DE SOLO URBANO — LÍMITE DE SOLO URBANO NO CONSOLIDADO - - - LÍMITE DE PLAN ESPECIAL □ CONSOLIDADO □ NO CONSOLIDADO <b>SOLO URBANIZABLE</b> - - - LÍMITE DE SOLO URBANIZABLE □ SECTOR DELIMITADO □ NO DELIMITADO	<b>SOLO DE NÚCLEO RURAL</b> - - - LÍMITE DE NÚCLEO RURAL - - - LÍMITE DE NÚCLEO TRADICIONAL ■ HISTÓRICO-TRADICIONAL ■ COMÚN <b>CATÁLOGO</b> - - - ÁREA DE PROTECCIÓN INTEGRAL DOS XACEMENTOS - - - ÁREA DE RESPETO DOS XACEMENTOS △ XACEMENTO	<b>SOLO RÚSTICO</b> □ RPO, ORDINARIO □ RPA, AGRARIO □ RPF, FORESTAL □ RPAC, AUGAS E CAUCES □ RPN, ESPAZOS NATURAIS □ RPP, PAISAXÍSTICO □ RPPC, PATRIMONIO CULTURAL □ RPI, INFRAESTRUTURAS - - - PROTECCIÓN DE INFRAESTRUTURAS - - - LÍMITE DE EDIFICACIÓN	<b>SISTEMAS XERAIS</b> □ ESPAZOS LIBRES □ EQUIPAMENTOS □ VARIO PRINCIPAL □ VARIO SECUNDARIO □ FERROCARRIL <b>SISTEMAS LOCAIS</b> □ ESPAZOS LIBRES □ EQUIPAMENTOS □ ZONA DE FLUXO PREFERENTE	++ LÍMITE DO T.M. NR-XX NÚCLEO RURAL SP-XX SECTOR DE PLANEAMENTO DE SOLO URBANIZABLE AP-XX ÁMBITO DE PLANEAMENTO EN SOLO URBANO NO CONSOLIDADO R RESIDENCIAL T TERCIARIO TH TERCIARIO HOTELEIRO I INDUSTRIAL D DOTACIONAL EXXX CLAVE SISTEMA * SISTEMA PROPOSTO
--	---	---	--	---

Ilustración 3.- Leyenda





En la zona en que se ubican las obras nos encontramos con clasificación de suelo de núcleo rural, bien histórico tradicional o bien común, y suelos rústicos, bien ordinario, agrario, forestal o de protección de aguas y cauces.

### 3. LEGISLACIÓN URBANÍSTICA

Para saber si permitirá la implantación de la EDAR en la zona será necesario recurrir a la Ley 9/2002, de 30 de diciembre, de ordenación urbanística y protección del medio rural de Galicia, en su artículo 32 podremos encontrar nuestra categoría:

#### Artículo 32 Categorías

d) Suelo rústico de protección de las aguas, constituido por los terrenos, situados fuera de los núcleos rurales y del suelo urbano, definidos en la legislación reguladora de las aguas continentales como cauces naturales, riberas y márgenes de las corrientes de agua y como lecho o fondo de las lagunas y embalses, terrenos inundados y humedales y sus zonas de servidumbre.

Asimismo, se incluirán en esta categoría las zonas de protección que a tal efecto delimiten los instrumentos de planeamiento urbanístico y de ordenación del territorio, que se extenderán, como mínimo, a la zona de policía definida por la legislación de aguas, salvo que el plan justifique suficientemente la reducción. Igualmente, tendrán dicha consideración los terrenos situados fuera de los núcleos rurales y del suelo urbano con riesgo de inundación, y aquéllos bajo los cuales existan aguas subterráneas que deban ser protegidas.

No obstante, lo anterior, las corrientes de agua de escasa entidad que discurran dentro del ámbito de un sector de suelo urbanizable quedarán debidamente integradas en el sistema de espacios libres públicos, con sujeción al régimen de suelo urbanizable.

Además, en la sección de usos de suelo podremos encontrar los usos permitidos en estas zonas:

#### CONDICIONES DE USO

#### Artículo 38 Suelos rústicos de protección de las aguas, las costas, de interés paisajístico y de patrimonio cultural

El régimen general de los suelos rústicos de protección de las aguas, las costas, de interés paisajístico y del patrimonio cultural, sin perjuicio de lo establecido en su legislación reguladora, tiene por objeto preservar el dominio público hidráulico y marítimo y su entorno, así como los espacios de interés paisajístico y el patrimonio cultural, quedando sujetos al siguiente régimen:

**2. Usos autorizables por la Comunidad Autónoma:** Los relacionados en el apartado 2, letras e) y l), del artículo 33º de la presente ley, así como las actividades y construcciones vinculadas directamente con la conservación, utilización, aprovechamiento y disfrute del dominio público, del medio natural y del patrimonio cultural, y los que puedan establecerse a través de los instrumentos previstos en la legislación de ordenación del territorio, siempre que no conlleven la transformación de su naturaleza rústica y quede garantizada la integridad de los valores objeto de protección.

Además de los usos anteriormente indicados, en el suelo rústico de protección de patrimonio podrá autorizarse la ampliación de cementerios preexistentes, y en los de protección de costas y de protección de las aguas podrán autorizarse, asimismo, las construcciones e instalaciones necesarias para actividades de talasoterapia, aguas termales, sistemas de tratamiento o depuración de aguas, astilleros e instalaciones imprescindibles necesarias para la implantación de aparcamientos abiertos al uso público para el acceso a las playas, a la práctica de los deportes náuticos y para la implantación de paseos marítimos o fluviales, así como los previstos en el apartado 2, letra j), del artículo 33º de la presente ley, siempre que quede garantizada la integridad de los valores objeto de protección.

#### Artículo 33 Usos y actividades en suelo rústico

2. Actividades y usos constructivos:

f) Instalaciones necesarias para los servicios técnicos de telecomunicaciones, la infraestructura hidráulica y las redes de transporte, distribución y evacuación de energía eléctrica, gas, abastecimiento de agua y saneamiento, siempre que no impliquen la urbanización o transformación urbanística de los terrenos por los que discurren.

m) Infraestructuras de abastecimiento, tratamiento, saneamiento y depuración de aguas, de gestión y tratamiento de residuos, e instalaciones de generación o infraestructuras de producción de energía.

Dejando así patente la posibilidad de realizar la construcción de nuestra infraestructura en un suelo catalogado como suelo rústico de especial protección.



## ANEJO 9. FIRMES



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	TIPO DE TRÁFICO .....	¡Error! Marcador no definido.
3.	SECCIÓN TRANSVERSAL.....	3
4.	REPOSICIONES .....	3





## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anexo será dimensionar y diseñar los firmes tanto para la parcela de la EDAR, como para la reposición de firmes en las zonas en que se lleve a cabo la apertura de zanjas para instalación de la red de colectores.

## 2. CAMINO INTERIOR EDAR

El tipo de tráfico que tendremos en el camino interior serán los vehículos particulares de los empleados de la misma y los vehículos pesados del servicio de recogida de basuras, encargados de recoger los residuos sólidos que se generan a lo largo del proceso para su posterior traslado a vertedero.

Esto supone una intensidad media diaria muy reducida, por lo que la categoría de tráfico a considerar a efectos de dimensionamiento del firme será una categoría de tráfico ligero incluso menor que la T42.

En este caso consideraremos una explanada tipo E2, por lo que las secciones de firme propuestas son las siguientes:

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO											
		T31			T32			T41			T42		
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	3111 MB 20 ZA 40	3112 MB 15 SC 30	3114 HF 21 ZA 30	3211 MB 18 ZA 40	3212 MB 12 SC 30	3214 HF 21 ZA 20	4111 MB 10 <sup>(1)</sup> ZA 40	4112 MB 8 SC 30	4114 HF 20 ZA 20	4211 MB 5 <sup>(1)</sup> ZA 35	4212 MB 5 SC 25	4214 HF 18 ZA 20
		3121 MB 16 ZA 40	3122 MB 12 SC 30	3124 HF 21 ZA 25	3221 MB 15 ZA 35	3222 MB 10 SC 30	3224 HF 21 ZA 20	4121 MB 10 <sup>(1)</sup> ZA 30	4122 MB 8 SC 25	4124 HF 20	4221 MB 5 <sup>(1)</sup> ZA 25	4222 MB 5 SC 22	4224 HF 18
	E2	3131 MB 16 ZA 25	3132 MB 12 SC 22	3134 HF 21 ZA 20	3231 MB 15 ZA 20	3232 MB 10 SC 22	3234 HF 21	4131 MB 10 <sup>(1)</sup> ZA 20	4132 MB 8 SC 20	4134 HF 20	4231 MB 5 <sup>(1)</sup> ZA 20	4232 MB 5 SC 20	4234 HF 18
		3131 MB 16 ZA 25	3132 MB 12 SC 22	3134 HF 21 ZA 20	3231 MB 15 ZA 20	3232 MB 10 SC 22	3234 HF 21	4131 MB 10 <sup>(1)</sup> ZA 20	4132 MB 8 SC 20	4134 HF 20	4231 MB 5 <sup>(1)</sup> ZA 20	4232 MB 5 SC 20	4234 HF 18
E3		3131 MB 16 ZA 25	3132 MB 12 SC 22	3134 HF 21 ZA 20	3231 MB 15 ZA 20	3232 MB 10 SC 22	3234 HF 21	4131 MB 10 <sup>(1)</sup> ZA 20	4132 MB 8 SC 20	4134 HF 20	4231 MB 5 <sup>(1)</sup> ZA 20	4232 MB 5 SC 20	4234 HF 18
		3131 MB 16 ZA 25	3132 MB 12 SC 22	3134 HF 21 ZA 20	3231 MB 15 ZA 20	3232 MB 10 SC 22	3234 HF 21	4131 MB 10 <sup>(1)</sup> ZA 20	4132 MB 8 SC 20	4134 HF 20	4231 MB 5 <sup>(1)</sup> ZA 20	4232 MB 5 SC 20	4234 HF 18

Ilustración 1.- Tipos de firme

En este caso, como nuestro tráfico todavía va a ser menor que el T42, se utilizará una sección de firme de 10 cm de hormigón (en lugar de 18 como se recomienda en la sección 4224). Para que esta sección sea más estética se utilizará un solado de pizarra sobre esta capa de hormigón.

## 3. SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal de la pista de la edar es variable, de 5.5 m de ancho en la zona de la puerta de acceso y se ensancha gradualmente hasta el edificio, de forma que se forma una explanada para aparcamiento. Alrededor de este edificio existe un pasillo pavimentado con el mismo firme, que tiene el mismo ancho 5.50, lo que permite de forma cómoda el paso de vehículos pesados de mantenimiento u obras si fuese necesario.

Los viales que se extienden hasta las instalaciones de la EDAR tienen un ancho de 3.50, lo que también permite el paso de vehículos de mantenimiento.

## 4. REPOSICIONES

Los caminos públicos, bajo los que discurren las conducciones se encuentran ya afirmados, con una sección de firme que en general está formada por una base granular de **unos 15 cm y un pavimento de mezcla bituminosa de unos 5 cm de espesor.**

Este será el firme que se use en reposiciones.



## ANEJO 10. MOVIMIENTO DE TIERRAS



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	RED DE SANEAMIENTO.....	3
3.	EXPLANACIÓN DE LA PARCELA .....	3
4.	VACIADOS PARA ELEMENTOS DE LA EDAR .....	3



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se determina el volumen del movimiento de tierras necesario para la correcta ejecución de las obras.

## 2. RED DE SANEAMIENTO

Para ejecutar la red de saneamiento, será necesario realizar una excavación en zanja para la colocación de las tuberías.

El volumen excavado de tierras para la ejecución de las zanjas con las profundidades especificadas en los planos del documento nº 2, es proporcionado por el programa de cálculo cype infraestructuras alcantarillado. Estos listados se encuentran recogidos en el anexo 7.- Dimensionamiento de la red, y son los que a continuación se adjuntan de forma resumida.

Tabla 1.- Red a Igrexa

Descripción	Vol. excavado m <sup>3</sup>
Terrenos cohesivos	2835.98
Total	2835.98

Tabla 2.- Red Paraimas

Descripción	Vol. excavado m <sup>3</sup>
Terrenos cohesivos	2280.12
Total	2280.12

Tabla 3.- Medición tramo sur

Descripción	Vol. excavado m <sup>3</sup>
Terrenos cohesivos	7257.34
Total	7257.34

Se supone que estos terrenos de excavación se usarán para el posterior relleno de las zanjas.

## 3. EXPLANACIÓN DE LA PARCELA

Para la colocación de la parcela donde se ubicará la EDAR, serán necesarios los siguientes movimientos de tierra, los cuales son proporcionados por el programa de cálculo Civil 3D.

Estos volúmenes son los siguientes:

Alineación: Explanada  
Grupo de líneas de muestreo: LIN  
P.K. inicial: 0+000.000  
P.K. final: 0+063.319

P.K.	Área de desmonte (metros cuadrados)	Volumen de desmonte (metros cúbicos)	Área de terraplén (metros cuadrados)	Volumen de terraplén (metros cúbicos)	Vol. desmonte acumul. (metros cúbicos)	Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)	Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)	Vol. neto acumul. (metros cúbicos)
0+000.000	0.40	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.000	0.00	4.03	2.69	30.91	4.03	4.03	30.91	-26.88
0+040.000	0.00	0.00	12.48	151.67	4.03	4.03	182.58	-178.55
0+060.000	0.00	0.00	16.80	292.82	4.03	4.03	475.40	-471.37
0+063.319	0.00	0.00	0.00	27.88	4.03	4.03	503.29	-499.25

## 4. VACIADOS PARA ELEMENTOS DE LA EDAR

Los vaciados para llevar a cabo la cimentación del edificio y los elementos de la EDAR son los que se recogen a continuación:

Tabla 4.- Vaciado cimentación Edificio

Excavación edificio			
	Superficie en planta (m <sup>2</sup> )	Espesor (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Zapatas P1, P8, P9, P17, P18	0,91	0,6	2,73
Zapatas P2	0,91	0,6	0,55
Zapatas P3, P6, P7, P13, P14, P15	0,78	0,6	2,81
Zapatas P4 y P10	0,91	0,6	1,09
Zapatas P5	1,05	0,6	0,63
Zapata P16	0,66	0,6	0,40
Total			8,21





Tabla 5.- Vaciados elementos EDAR

**Excavación elementos**

	Superficie en planta (m <sup>2</sup> )	Espesor (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
<i>P. gruesos y bombeo de cabecera parte enterrada</i>	10,56	4,10	43,30
<i>Rejas manuales</i>	2,50	1,00	2,50
<i>Desarenador-Desengrasador</i>	5,66	1,50	8,49
<i>Desarenador-Desengrasador- aliviaderos</i>	4,05	0,51	2,07
<i>Decantador primario</i>	18,24	2,90	52,90
<i>Decantador aliviaderos decantador primario</i>	1,44	0,80	1,15
<i>Reactor biológico</i>	41,87	1,60	66,99
<i>Aliviaderos reactor biológico</i>	1,74	1,00	1,74
<i>Decantador secundario</i>	19,95	2,31	46,08
<i>Decantador aliviaderos</i>	4,74	0,55	2,61
<i>Espesador de fangos</i>	1,53	1,60	2,45
<i>Desinfección ultravioleta</i>	6,68	1,10	7,35
<i>Pozo de bombeo de fangos</i>	2,15	1,00	2,15
	<b>Total</b>		<b>239,77</b>



## ANEJO 11. EDIFICIO EDAR



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO .....	3
3.	ESQUEMA ESTRUCTURAL .....	3
4.	ACCIONES .....	3
4.1.	GRAVITATORIAS.....	4
4.2.	VIENTO.....	4
4.3.	SISMO .....	4
4.3.1.	DATOS GENERALES DE SISMO .....	4
4.3.2.	ESPECTRO DE CÁLCULO .....	5
4.3.3.	COEFICIENTES DE PARTICIPACIÓN .....	6
4.3.4.	CENTRO DE MASAS, CENTRO DE RIGIDEZ Y EXCENRICIDADES DE CADA PLANTA .....	7
4.4.	FUEGO .....	7
4.5.	HIPÓTESIS DE CARGA.....	7
4.6.	LISTADO DE CARGAS.....	7
5.	ESTADOS LÍMITE .....	8
6.	SITUACIONES DE PROYECTO .....	8
6.1.	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD Y DE COMBINACIÓN.....	8
7.	DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES.....	10
8.	DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y DE PANDEO.....	11
9.	LISTADO DE PAÑOS. ....	11
10.	MATERIALES UTILIZADOS .....	11
10.1.	HORMIGONES.....	11
10.2.	ACEROS POR ELEMENTO Y POSICIÓN.....	11
10.2.1	ACEROS EN BARRAS.....	11
10.2.2	ACEROS EN PERFILES .....	11
11.	ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN. ....	11
11.1.	ZAPATAS. ....	11
11.2.	VIGAS DE ATADO .....	12
12.	COMPROBACIONES E.L.U. ....	12
12.1.	PILARES.....	12
12.2.	VIGAS.....	14

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objetivo la definición del edificio de control, en el que se ubicarán la oficina y sala de control, el laboratorio, la zona reservada a aseos y vestuarios, el cuarto de cuadros eléctricos y baterías, así como las instalaciones para la deshidratación de los fangos. En su interior también se albergarán las soplantes y las bombas de fangos espesados.

El cálculo de la estructura del edificio de control se ha realizado con el programa CYPECAD 2014. La normativa considerada ha sido la siguiente:

- Instrucción del hormigón estructural, EHE-08.
- Código Técnico de la Edificación.
- Norma de construcción sismorresistente NSCE-02.
- Eurocódigo 9.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio de la EDAR proyectado está constituido por una geometría rectangular en planta de dimensiones 21.75x11.60 m<sup>2</sup>. Dispone de una única planta de 4.45 m de altura. Dispone de un forjado unidireccional en el techo de esta planta, no obstante, los pilares de la fachada principal se prolongarán 0.5 m por encima de este, con el objetivo de que sirvan de apoyo para la estructura de madera sobre la que se apoyará la cubierta de pizarra a un agua de la que se compone el edificio.

La superficie útil del edificio será de 193 m<sup>2</sup>.

Es destacable que dentro de este edificio, prácticamente la mitad de la superficie estará destinada a la deshidratación de fangos así como a la ubicación de las soplantes. La entrada a esta zona industrial se puede realizar por el portón de la fachada trasera del edificio, o desde la zona de vestíbulo de la zona destinada a uso de oficina y laboratorio.

La entrada a la zona de oficinas y laboratorio se hará por la puerta de entrada principal del edificio que se encuentra ubicada en la fachada principal del mismo, aunque como ya se ha comentado en el apartado anterior se podrá acceder desde la zona industrial por una puerta interior.

## 3. ESQUEMA ESTRUCTURAL

La estructura se compone de cinco pórticos perpendiculares al lado mayor de la estructura, como puede verse en el siguiente croquis de la misma.

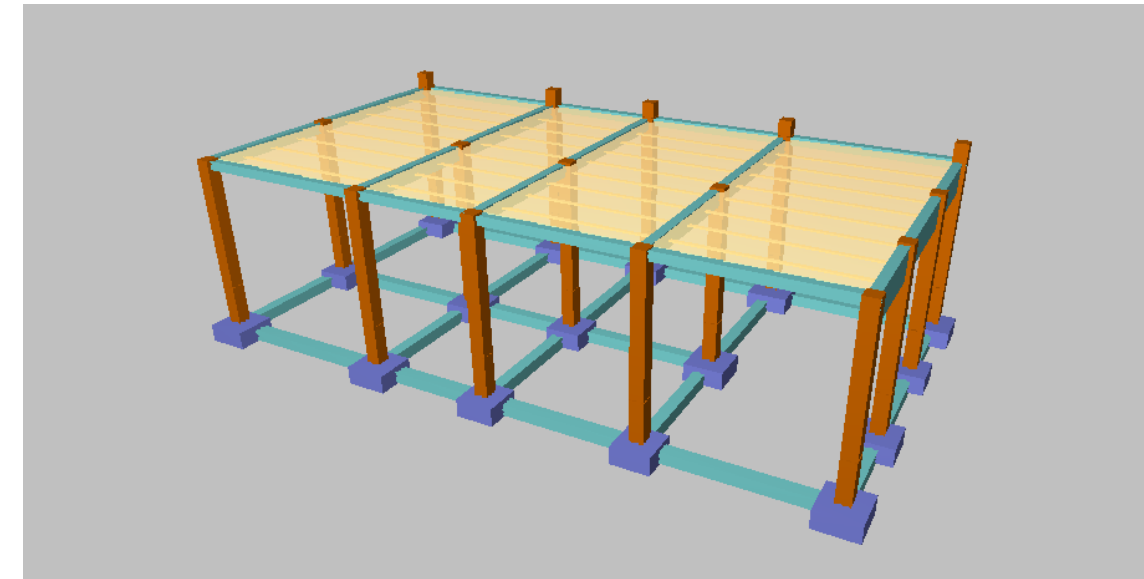


Ilustración 1.- Esquema estructural edificio

Como puede verse todos los pórticos constan de tres pilares excepto el correspondiente a la fachada trasera del edificio, donde se ubica el portón trasero de acceso a la zona de ubicación de la centrífuga, y por tanto, con objeto de dejar sitio a esta puerta en la posición que se detalla en los planos, es necesario un total de cuatro pilares.

La separación entre pilares y entre pórticos es variable, apareciendo en los planos correspondientes a la estructura todas estas dimensiones. Lo que permanece invariable es la sección de los pilares, todos ellos presentan 45x45 cm<sup>2</sup> de sección.

Sobre los pórticos se colocará un forjado unidireccional con viguetas de hormigón. El canto de la bovedilla de hormigón es de 25 cm y el espesor de la capa de compresión de 5 cm. Se diseña con un intereje de 121 cm y un ancho del nervio de 12 cm.

Como ya se ha dicho en anteriores apartados, los pilares de la fachada principal sobresaldrán 0.50 m para servir de sustento de la estructura de madera en que se apoyará el tejado de pizarra. El tejado se compondrá de piezas con forma de rombo de 32x22 mm.

## 4. ACCIONES

Las acciones consideradas para el cálculo de la estructura, de acuerdo con la normativa previamente citada, son las siguientes:





## 4.1. GRAVITATORIAS

Las cargas gravitatorias consideradas son las que se recogen en la siguiente tabla:

Planta	S.C.U. (kN/m <sup>2</sup> )	Cargas muertas (kN/m <sup>2</sup> )
Planta baja	1.0	2.0
Cimentación	2.0	10.0

## 4.2. VIENTO

Para el cálculo de las cargas de viento, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Zona eólica: C
- Grado de aspereza: II. Terreno rural llano sin obstáculos

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática  $q_e$  que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Donde:

$q_b$  Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

$c_e$  Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

$c_p$  Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

$q_b$ (kN/m <sup>2</sup> )	Viento X			Viento Y		
	esbeltez	$c_p$ (presión)	$c_p$ (succión)	esbeltez	$c_p$ (presión)	$c_p$ (succión)
0.52	0.45	0.70	-0.38	0.27	0.70	-0.31

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y(m)	Ancho de banda X(m)
En todas las plantas	22.93	14.00

Se realiza análisis de los efectos de 2º orden.

Valor para multiplicar los desplazamientos 2.00.

### Coeficientes de Cargas

+X: 1.00      -X: 1.00

+Y: 1.00      -Y: 1.00

### Cargas de viento

Planta	Viento X(kN)	Viento Y(kN)
Planta de cubierta	8.842	5.050
Planta baja	78.688	44.946
Planta de centrífuga	62.087	35.463

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de  $\pm 5\%$  de la dimensión máxima del edificio.

## 4.3. SISMO

### 4.3.1. DATOS GENERALES DE SISMO.

**Norma utilizada:** NCSE-02

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

**Método de cálculo:** Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

**Caracterización del emplazamiento**

**ab:** Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1)

**ab:** 0.040 g

**K:** Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1)

**K:** 1.00

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

**Sistema estructural**

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

**$\Omega$ :** Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1)

**$\Omega$ :** 5.00 %

**Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2):**

Construcciones de importancia normal



### Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis:

Según norma

Fracción de sobrecarga de uso

: 0.50

Fracción de sobrecarga de nieve

: 0.50

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno

### Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

$\Omega$ : Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1)

$\Omega$ : 5.00 %

$T_A$ : Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3)

$T$   
 $A$ : 0.13 s

$K$ : Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1)

$K$ : 1.00

$C$ : Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4)

$C$ : 1.30

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

$T_B$ : Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3)

$T$   
 $B$ : 0.52 s

$K$ : Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1)

$K$ : 1.00

$C$ : Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4)

$C$ : 1.30

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

## 4.3.2. ESPECTRO DE CÁLCULO.

### Espectro elástico de aceleraciones

#### Parámetros necesarios para la definición del espectro

$a_c$ : Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2)

$a_c$ : 0.04  
2 g

$a_b$ : Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1)

$a$ : 0.04

$\rho$ : Coeficiente adimensional de riesgo

$b$ : 0 g

Tipo de construcción: Construcciones de importancia normal

$\rho$ : 1.00

$S$ : Coeficiente de amplificación del terreno (NCSE-02, 2.2)

$S$ : 1.04

$C$ : Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4)

$C$ : 1.30

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

$a_b$ : Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1)

$a$ : 0.04

$\rho$ : Coeficiente adimensional de riesgo

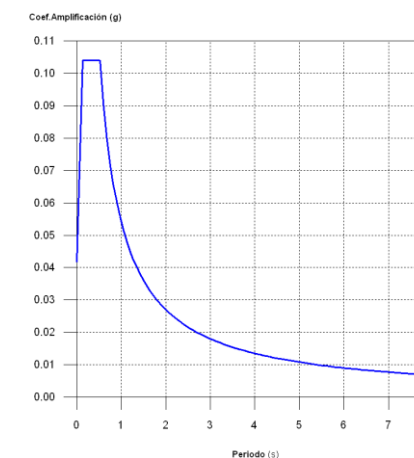
$b$ : 0 g

$v$ : Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5)

$\rho$ : 1.00

$v$ : 1.00

### Espectro de diseño de aceleraciones



### Coef. Amplificación:

Donde:

es el espectro normalizado de respuesta elástica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.104 g.

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente ( $\Omega$ ) correspondiente a cada dirección de análisis.



$\beta$ : Coeficiente de respuesta

$\beta$ : 0.50

**T**: Periodo de vibración en segundos.

**L<sub>x</sub>, L<sub>y</sub>**: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

**v**: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5)

**v**: 1.00

**L<sub>gz</sub>**: Coeficiente de participación normalizado correspondiente al grado de libertad rotacional.

**$\Omega$** : Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1)

**$\Omega$** : 5.00 %

**$\mu$** : Coeficiente de comportamiento por ductilidad (NCSE-02, 3.7.3.1)

**$\mu$** : 2.00

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

**a<sub>c</sub>**: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2)

**a<sub>c</sub>**: 0.042 g

**K**: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1)

**K**: 1.00

**C**: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4)

**C**: 1.30

**T<sub>A</sub>**: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3)

**T<sub>A</sub>**: 0.13 s

**T<sub>B</sub>**: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3)

**T<sub>B</sub>**: 0.52 s

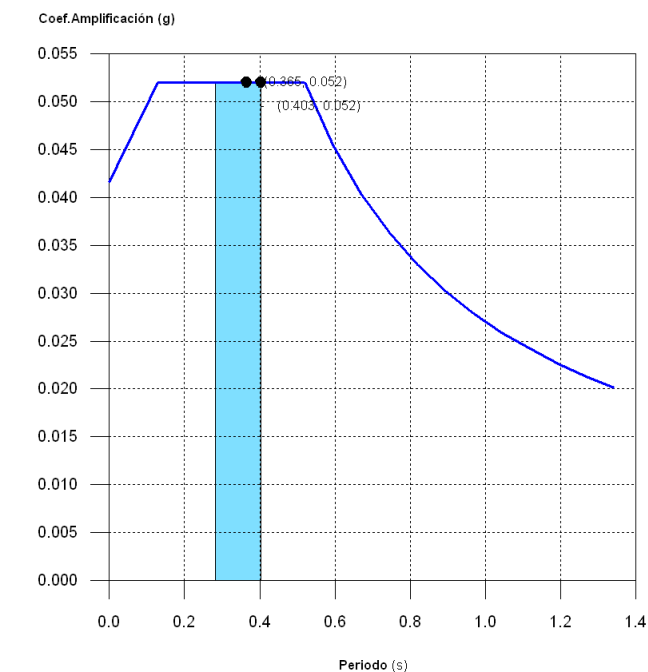
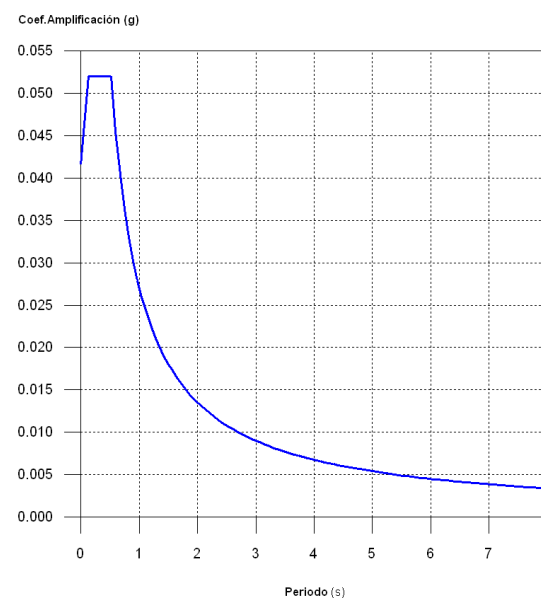
**M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>**: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

**R**: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

**A**: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

**D**: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

### Representación de los periodos modales



### 4.3.3. COEFICIENTES DE PARTICIPACIÓN

Modo	T	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	L <sub>gz</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.40 3	0.864 7	0.054 4	0.499 4	99.06 %	0.39 %	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 2.10053	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 2.10053
Modo 2	0.36 5	0.023 9	0.232 9	0.972 2	0.81 %	76.87 %	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.72605	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.72605
Modo 3	0.28 2	0.005 2	0.069 9	0.997 5	0.13 %	22.73 %	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.02773	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.02773
Total					100 %	99.99		

Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:



#### Hipótesis Sismo 1

Hipótesis modal	T(s)	A(g)
Modo 1	0.4	0.052
Modo 2	0.3	0.052

#### 4.3.4. CENTRO DE MASAS, CENTRO DE RIGIDEZ Y EXCENRICIDADES DE CADA PLANTA

Planta	c.d.m.(m)	c.d.r.(m)	e <sub>x</sub> (m)	e <sub>y</sub> (m)
Planta de cubierta	(10.87, 11.38)	(10.87, 11.38)	0.00	0.00
Planta baja	(11.17, 5.69)	(10.88, 11.32)	0.29	-5.63

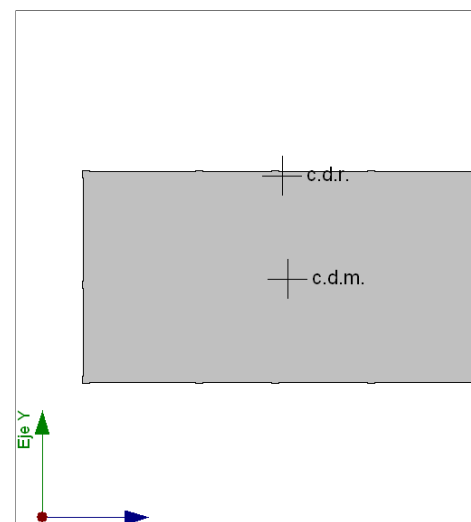
**c.d.m.:** Coordenadas del centro de masas de la planta (X,Y)

**c.d.r.:** Coordenadas del centro de rigidez de la planta (X,Y)

**e<sub>x</sub>:** Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (X)

**e<sub>y</sub>:** Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (Y)

Representación gráfica del centro de masas y del centro de rigidez por planta



#### 4.4. FUEGO

Las características a tener en cuenta para la resistencia al fuego de la estructura son las siguientes:

Datos por planta			
Planta	R. req.	F. Comp.	Revestimiento de elementos de hormigón

			Inferior (forjados y vigas)	Pilares y muros
Forjado techo	R 120	-	Sin revestimiento ignífugo	Sin revestimiento ignífugo
<b>Notas:</b> - R. req.: resistencia requerida, periodo de tiempo durante el cual un elemento estructural debe mantener su capacidad portante, expresado en minutos. - F. Comp.: indica si el forjado tiene función de compartimentación.				

#### 4.5. HIPÓTESIS DE CARGA

Automáticas	Peso propio
	Cargas muertas
	Sobrecarga (Uso A)
	Sobrecarga (Uso B)
	Sobrecarga (Uso C)
	Sobrecarga (Uso D)
	Sobrecarga (Uso E)
	Sobrecarga (Uso G1)
	Sobrecarga (Uso G2)
	Sismo X
	Sismo Y
	Viento +X exc.+
	Viento +X exc.-
	Viento -X exc.+
	Viento -X exc.-
	Viento +Y exc.+
	Viento +Y exc.-
	Viento -Y exc.+
	Viento -Y exc.-

#### 4.6. LISTADO DE CARGAS

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
2	Cargas muertas	Lineal	1.65	( 15.71, 0.23) ( 21.51, 0.23)
	Cargas muertas	Lineal	1.65	( 10.51, 0.23) ( 15.71, 0.23)
	Cargas muertas	Lineal	1.65	( 6.37, 0.23) ( 10.51, 0.23)
	Cargas muertas	Lineal	1.65	( 0.22, 0.23) ( 6.37, 0.23)
	Cargas muertas	Lineal	1.65	( 0.22, 0.23) ( 0.22, 5.38)
	Cargas muertas	Lineal	1.65	( 0.22, 5.38) ( 0.22, 11.38)
	Cargas muertas	Lineal	1.65	( 21.51, 0.23) ( 21.51, 3.73)
	Cargas muertas	Lineal	1.65	( 21.51, 3.73) ( 21.51, 7.88)
	Cargas muertas	Lineal	1.65	( 21.51, 7.88) ( 21.51, 11.38)





5. ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

$\gamma_{Q,1}$	Coficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$	Coficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\gamma_{AE}$	Coficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
$\Psi_{p,1}$	Coficiente de combinación de la acción variable principal
$\gamma_{a,i}$	Coficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

6. SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- Donde:

$G_k$	Acción permanente
$Q_k$	Acción variable
$A_E$	Acción sísmica
$\gamma_G$	Coficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

6.1. COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD Y DE COMBINACIÓN.

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000



Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300 <sup>(1)</sup>
<i>Notas:</i> <sup>(1)</sup> Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.				

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	1.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.600	0.000	0.000

Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300 <sup>(1)</sup>
<i>Notas:</i> <sup>(1)</sup> Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.				

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000



Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

### Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

## 7. DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
2	Planta de cubierta	2	Planta de cubierta	0.55	6.25
1	Planta baja	1	Planta baja	4.45	5.70
0	Cimentación				-0.15

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares						
Referenci	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto	Canto de
P1	( 21.51, 0.23)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P2	( 21.51, 11.38)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P3	( 15.71, 0.23)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P4	( 15.71, 5.38)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P5	( 15.71, 11.38)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P6	( 10.51, 0.23)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P7	( 10.51, 5.38)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P8	( 10.51, 11.38)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P9	( 6.37, 0.23)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P10	( 6.37, 5.38)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P13	( 0.22, 5.38)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P14	( 0.22, 11.38)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P15	( 21.51, 3.73)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P16	( 21.51, 7.88)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P17	( 6.37, 11.38)	0-2	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60
P18	( 0.22, 0.23)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60



## 8. DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y DE PANDEO

Pilar	Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
			Cabeza	Pie	X	Y	
P1, P3, P4, P6, P7, P9, P10, P18, P13, P15, P16	2	45x45	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
	1	45x45	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
P2, P5, P8, P17, P14	3	45x45	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
	1	45x45	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00

## 9. LISTADO DE PAÑOS.

Tipos de forjados considerados

Nombre	Descripción
can 25+5	FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN Canto de bovedilla: 25 cm Espesor capa compresión: 5 cm Intereje: 121 cm Bovedilla: De hormigón Ancho del nervio: 12 cm Volumen de hormigón: 0.083 m³/m² Peso propio: 3.342 kN/m² Incremento del ancho del nervio: 3 cm Comprobación de flecha: Como vigueta armada

## 10. MATERIALES UTILIZADOS

### 10.1. HORMIGONES

Elemento	Hormigón	f <sub>ck</sub> (MPa)	γ <sub>c</sub>	Árido	
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)
Todos	HA-30	30	1.30 a 1.50	Cuarcita	15

### 10.2. ACEROS POR ELEMENTO Y POSICIÓN

#### 10.2.1 ACEROS EN BARRAS

Elemento	Acero	f <sub>yk</sub> (MPa)	γ <sub>s</sub>
Todos	B 500 S	500	1.00 a 1.15

#### 10.2.2 ACEROS EN PERFILES

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

## 11. ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN.

### 11.1. ZAPATAS.

Referencias	Geometría	Armado
P1, P8, P9, P17, P18	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 67.5 cm Ancho inicial Y: 67.5 cm Ancho final X: 67.5 cm Ancho final Y: 67.5 cm Ancho zapata X: 135.0 cm Ancho zapata Y: 135.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 6Ø12c/20 Sup Y: 6Ø12c/20 Inf X: 6Ø12c/20 Inf Y: 6Ø12c/20
P2	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 67.5 cm Ancho inicial Y: 67.5 cm Ancho final X: 67.5 cm Ancho final Y: 67.5 cm Ancho zapata X: 135.0 cm Ancho zapata Y: 135.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 6Ø12c/20 Sup Y: 6Ø12c/20 Inf X: 6Ø12c/20 Inf Y: 6Ø12c/20
P3, P6, P7, P13, P14, P15	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 62.5 cm Ancho inicial Y: 62.5 cm Ancho final X: 62.5 cm Ancho final Y: 62.5 cm Ancho zapata X: 125.0 cm Ancho zapata Y: 125.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 6Ø12c/20 Sup Y: 6Ø12c/20 Inf X: 6Ø12c/20 Inf Y: 6Ø12c/20
P4, P10	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 67.5 cm Ancho inicial Y: 67.5 cm Ancho final X: 67.5 cm Ancho final Y: 67.5 cm Ancho zapata X: 135.0 cm Ancho zapata Y: 135.0 cm Canto: 60.0 cm	X: 6Ø12c/20 Y: 6Ø12c/20
P5	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 72.5 cm Ancho inicial Y: 72.5 cm Ancho final X: 72.5 cm Ancho final Y: 72.5 cm Ancho zapata X: 145.0 cm Ancho zapata Y: 145.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 7Ø12c/20 Sup Y: 7Ø12c/20 Inf X: 7Ø12c/20 Inf Y: 7Ø12c/20





P16	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 57.5 cm Ancho inicial Y: 57.5 cm Ancho final X: 57.5 cm Ancho final Y: 57.5 cm Ancho zapata X: 115.0 cm Ancho zapata Y: 115.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 5Ø12c/20 Sup Y: 5Ø12c/20 Inf X: 5Ø12c/20 Inf Y: 5Ø12c/20
-----	---	--

11.2. VIGAS DE ATADO

Referencias	Tipo	Geometría	Armado
[P7 - P4], [P6 - P3], [P8 - P5]	C.3	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/30
[P4 - P5]	C.3	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/30
[P3 - P4]	C.3	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/30
[P10 - P7], [P9 - P6], [P17 - P8]	C.3	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/30
[P7 - P8], [P10 - P17], [P13 - P14]	C.3	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/30
[P6 - P7], [P9 - P10], [P18 - P13]	C.3	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/30
[P13 - P10], [P18 - P9], [P14 - P17]	C.3	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/30
[P3 - P1], [P5 - P2]	C.3	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/30
[P1 - P15]	C.3	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/30
[P15 - P16]	C.3	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/30
[P16 - P2]	C.3	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/30

12. COMPROBACIONES E.L.U.

12.1. PILARES

P1

Secciones de hormigón																	
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos p <sub>s</sub> imos						Comprobaciones							
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Pie	G, S	67.8	-5.0	34.4	10.1	1.7	Cumple	Cumple	8.3	12.7	Cumple	N.P.	Cumple	12.7
			Cabeza	G, S	44.2	4.6	-15.5	10.0	2.4	Cumple	Cumple	8.6	5.3	Cumple	N.P.	Cumple	8.6
			Pie	G, V	91.5	-6.8	52.3	19.1	2.3	Cumple	Cumple	17.5	22.8	N.P.	N.P.	Cumple	22.8
			Cabeza	G, V	82.1	-3.6	25.6	19.1	2.3	Cumple	Cumple	17.6	9.0	N.P.	N.P.	Cumple	17.6
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	67.8	-5.0	34.4	10.1	1.7	N.P.	N.P.	1.0	12.7	N.P.	N.P.	Cumple	12.7
			Pie	G, S	68.7	-7.5	34.0	10.0	2.4	N.P.	N.P.	1.0	12.7	N.P.	N.P.	Cumple	12.7
			Pie	G, V	91.5	-6.8	52.3	19.1	2.3	N.P.	N.P.	2.1	22.8	N.P.	N.P.	Cumple	22.8

P2

Secciones de hormigón																	
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos p <sub>s</sub> imos						Comprobaciones							
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)
Planta de cubierta	5.85/6.40	45x45	Pie	G, S	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	Cumple	Cumple	N.P.	< 0.1	Cumple	N.P.	Cumple	0.0
			Pie	G, V	2.7	0.0	1.5	2.7	0.0	Cumple	Cumple	2.7	0.6	N.P.	N.P.	Cumple	2.7
			Cabeza	G, V	0.0	0.0	0.0	-2.7	0.0	Cumple	Cumple	2.7	N.P.	N.P.	N.P.	Cumple	2.7
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Cabeza	G, S	23.5	21.3	-9.5	2.3	9.3	Cumple	Cumple	8.1	8.8	Cumple	N.P.	Cumple	8.8
			Pie	G, V	61.9	-8.4	44.4	16.7	3.0	Cumple	Cumple	15.8	17.9	N.P.	N.P.	Cumple	17.9
			Cabeza	G, V	73.2	-5.0	21.2	17.8	3.4	Cumple	Cumple	16.6	6.9	N.P.	N.P.	Cumple	16.6
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	63.8	-1.5	27.7	8.7	0.3	N.P.	N.P.	0.8	8.5	N.P.	N.P.	Cumple	8.5
			Pie	G, V	61.9	-8.4	44.4	16.7	3.0	N.P.	N.P.	1.9	17.9	N.P.	N.P.	Cumple	17.9
			Pie	G, S	48.1	-24.7	2.1	2.3	9.3	N.P.	N.P.	0.9	7.6	N.P.	N.P.	Cumple	7.6
			Pie	G, V	82.6	-9.8	46.1	17.8	3.4	N.P.	N.P.	2.0	17.6	N.P.	N.P.	Cumple	17.6

P3

Secciones de hormigón																	
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos p <sub>s</sub> imos						Comprobaciones							
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Pie	G, S	116.7	-21.1	-26.4	-7.1	8.2	Cumple	Cumple	8.4	11.4	Cumple	N.P.	Cumple	11.4
			Cabeza	G, S	90.8	26.6	-0.8	1.4	10.8	Cumple	Cumple	8.7	7.7	Cumple	N.P.	Cumple	8.7
			Pie	G, V	156.9	-24.1	-44.0	-15.7	9.9	Cumple	Cumple	15.7	18.8	N.P.	N.P.	Cumple	18.8
			Cabeza	G, V	147.5	-10.3	-22.1	-15.7	9.9	Cumple	Cumple	15.9	8.1	N.P.	N.P.	Cumple	15.9
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	116.7	-21.1	-26.4	-7.1	8.2	N.P.	N.P.	1.0	11.4	N.P.	N.P.	Cumple	11.4
			Pie	G, S	117.4	-31.3	6.8	1.4	10.8	N.P.	N.P.	1.0	9.5	N.P.	N.P.	Cumple	9.5
			Pie	G, V	156.9	-24.1	-44.0	-15.7	9.9	N.P.	N.P.	2.0	18.8	N.P.	N.P.	Cumple	18.8

P4

Secciones de hormigón																	
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos p <sub>s</sub> imos						Comprobaciones							
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Pie	G, S	258.6	-11.8	-28.2	-7.6	3.9	Cumple	Cumple	5.9	9.6	Cumple	N.P.	Cumple	9.6
			Cabeza	G, S	232.1	9.1	12.7	-7.6	3.9	Cumple	Cumple	6.1	6.3	Cumple	N.P.	Cumple	6.3
			Pie	G, V	349.0	-11.9	-46.0	-16.3	4.1	Cumple	Cumple	12.0	15.6	N.P.	N.P.	Cumple	15.6
			Cabeza	G, V	251.8	-4.5	-22.5	-15.6	3.1	Cumple	Cumple	12.3	8.6	N.P.	N.P.	Cumple	12.3
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	258.6	-11.8	-28.2	-7.6	3.9	N.P.	N.P.	0.8	9.6	N.P.	N.P.	Cumple	9.6
			Pie	G, V	349.0	-11.9	-46.0	-16.3	4.1	N.P.	N.P.	1.8	15.6	N.P.	N.P.	Cumple	15.6



P5

Secciones de hormigón																		
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones								Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
Planta de cubierta	5.85/6.40	45x45	Pie	G, S	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	Cumple	Cumple	N.P.	< 0.1	Cumple	N.P.	Cumple	0.0	Cumple
			Pie	G, V	2.7	0.0	1.5	2.7	0.0	Cumple	Cumple	2.7	0.6	N.P.	N.P.	Cumple	2.7	Cumple
			Cabeza	G, V	0.0	0.0	0.0	-2.7	0.0	Cumple	Cumple	2.7	N.P.	N.P.	N.P.	Cumple	2.7	Cumple
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Cabeza	G, S	104.9	-63.6	1.9	-0.5	-19.7	Cumple	Cumple	15.5	24.1	Cumple	N.P.	Cumple	24.1	Cumple
			Cabeza	G, Q	158.5	-87.5	5.1	-2.0	-24.3	Cumple	Cumple	20.7	36.8	N.P.	N.P.	Cumple	36.8	Cumple
			Cabeza	G, V	167.4	15.5	-1.6	-1.4	-28.2	Cumple	Cumple	23.8	5.7	N.P.	N.P.	Cumple	23.8	Cumple
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	128.3	24.7	-31.4	-9.4	-14.6	N.P.	N.P.	1.6	13.6	N.P.	N.P.	Cumple	13.6	Cumple
			Pie	G, V	173.9	36.8	-51.7	-19.0	-20.8	N.P.	N.P.	3.0	24.8	N.P.	N.P.	Cumple	24.8	Cumple
			Pie	G, S	131.5	41.7	-0.8	-0.5	-19.7	N.P.	N.P.	1.8	12.4	N.P.	N.P.	Cumple	12.4	Cumple
			Pie	G, V	176.7	55.0	-3.5	-1.4	-28.2	N.P.	N.P.	3.0	18.6	N.P.	N.P.	Cumple	18.6	Cumple

P6

Secciones de hormigón																		
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Naturaleza	Esfuerzos pésimos					Comprobaciones								Estado
					N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Pie	G, S	90.2	-23.0	26.2	6.3	8.2	Cumple	Cumple	8.3	12.4	Cumple	N.P.	Cumple	12.4	Cumple
			Cabeza	G, S	63.8	25.5	-1.1	1.7	10.9	Cumple	Cumple	9.0	8.1	Cumple	N.P.	Cumple	9.0	Cumple
			Pie	G, V	85.7	-16.7	-43.6	-15.5	6.6	Cumple	Cumple	15.4	20.1	N.P.	N.P.	Cumple	20.1	Cumple
			Cabeza	G, V	107.0	-10.2	-22.1	-15.8	8.9	Cumple	Cumple	16.2	8.3	N.P.	N.P.	Cumple	16.2	Cumple
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	90.2	-23.0	26.2	6.3	8.2	N.P.	N.P.	1.0	12.4	N.P.	N.P.	Cumple	12.4	Cumple
			Pie	G, V	85.7	-16.7	-43.6	-15.5	6.6	N.P.	N.P.	1.8	20.1	N.P.	N.P.	Cumple	20.1	Cumple
			Pie	G, S	90.8	-33.9	8.3	1.7	10.9	N.P.	N.P.	1.0	11.5	N.P.	N.P.	Cumple	11.5	Cumple
			Pie	G, V	116.4	-22.7	-44.2	-15.8	8.9	N.P.	N.P.	1.9	20.0	N.P.	N.P.	Cumple	20.0	Cumple

P7

Secciones de hormigón																		
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Naturaleza	Esfuerzos pésimos					Comprobaciones								Estado
					N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Pie	G, S	166.3	-11.0	-27.2	-7.2	3.5	Cumple	Cumple	6.0	8.7	Cumple	N.P.	Cumple	8.7	Cumple
			Cabeza	G, S	141.2	16.4	1.4	0.0	8.2	Cumple	Cumple	6.3	4.9	Cumple	N.P.	Cumple	6.3	Cumple
			Pie	G, V	224.3	-13.1	-44.7	-15.7	4.2	Cumple	Cumple	13.0	15.1	N.P.	N.P.	Cumple	15.1	Cumple
			Cabeza	G, V	158.6	-4.9	-22.3	-15.4	2.9	Cumple	Cumple	13.3	7.4	N.P.	N.P.	Cumple	13.3	Cumple
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	166.3	-11.0	-27.2	-7.2	3.5	N.P.	N.P.	0.7	8.7	N.P.	N.P.	Cumple	8.7	Cumple
			Pie	G, S	168.3	-28.3	1.1	0.0	8.2	N.P.	N.P.	0.8	7.7	N.P.	N.P.	Cumple	7.7	Cumple
			Pie	G, V	224.3	-13.1	-44.7	-15.7	4.2	N.P.	N.P.	1.7	15.1	N.P.	N.P.	Cumple	15.1	Cumple

P8

Secciones de hormigón																		
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Naturaleza	Esfuerzos pésimos					Comprobaciones								Estado
					N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
Planta de cubierta	5.85/6.40	45x45	Pie	G, S	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	Cumple	Cumple	N.P.	< 0.1	Cumple	N.P.	Cumple	0.0	Cumple
			Pie	G, V	2.7	0.0	1.5	2.7	0.0	Cumple	Cumple	2.7	0.6	N.P.	N.P.	Cumple	2.7	Cumple
			Cabeza	G, V	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	Cumple	Cumple	2.7	N.P.	N.P.	N.P.	Cumple	2.7	Cumple
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Cabeza	G, S	72.5	-49.1	2.5	-0.6	-15.5	Cumple	Cumple	12.6	19.3	Cumple	N.P.	Cumple	19.3	Cumple
			Cabeza	G, V	90.0	-54.5	31.9	-14.3	-14.2	Cumple	Cumple	18.3	29.0	N.P.	N.P.	Cumple	29.0	Cumple
			Cabeza	G, V	117.2	2.9	-25.8	-20.2	-14.2	Cumple	Cumple	21.8	8.1	N.P.	N.P.	Cumple	21.8	Cumple
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	93.8	15.5	-33.0	-10.2	-10.2	N.P.	N.P.	1.3	12.5	N.P.	N.P.	Cumple	12.5	Cumple
			Pie	G, V	92.8	16.6	-52.4	-19.5	-10.4	N.P.	N.P.	2.4	24.1	N.P.	N.P.	Cumple	24.1	Cumple
			Pie	G, S	99.6	35.2	-0.9	-0.6	-15.5	N.P.	N.P.	1.4	10.8	N.P.	N.P.	Cumple	10.8	Cumple
			Pie	G, V	126.5	22.7	-54.1	-20.2	-14.2	N.P.	N.P.	2.6	24.0	N.P.	N.P.	Cumple	24.0	Cumple

P9

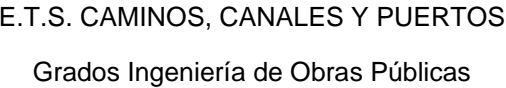
Secciones de hormigón																		
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Naturaleza	Esfuerzos pésimos					Comprobaciones								Estado
					N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Pie	G, S	115.6	-42.9	15.6	5.0	13.8	Cumple	Cumple	11.5	15.4	Cumple	N.P.	Cumple	15.4	Cumple
			Cabeza	G, S	89.0	31.0	-11.0	5.0	13.8	Cumple	Cumple	11.7	11.0	Cumple	N.P.	Cumple	11.7	Cumple
			Pie	G, V	149.8	-27.3	50.2	18.2	10.6	Cumple	Cumple	18.0	22.1	N.P.	N.P.	Cumple	22.1	Cumple
			Cabeza	G, V	140.4	-12.5	24.8	18.2	10.6	Cumple	Cumple	18.2	9.4	N.P.	N.P.	Cumple	18.2	Cumple
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	115.6	-42.9	15.6	5.0	13.8	N.P.	N.P.	1.4	15.4	N.P.	N.P.	Cumple	15.4	Cumple
			Pie	G, V	149.8	-27.3	50.2	18.2	10.6	N.P.	N.P.	2.3	22.1	N.P.	N.P.	Cumple	22.1	Cumple

P10

Secciones de hormigón																		
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Naturaleza	Esfuerzos pésimos					Comprobaciones								Estado
					N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Pie	G, S	251.8	-37.3	7.0	2.7	11.2	Cumple	Cumple	8.0	10.9	Cumple	N.P.	Cumple	10.9	Cumple
			Cabeza	G, S	225.2	22.6	-7.4	2.7	11.2	Cumple	Cumple	8.2	7.6	Cumple	N.P.	Cumple	8.2	Cumple
			Pie	G, V	336.5	-16.0	47.1	17.2	5.3	Cumple	Cumple	13.0	16.4	N.P.	N.P.	Cumple	16.4	Cumple
			Cabeza	G, V	241.8	-6.4	22.6	16.5	4.0	Cumple	Cumple	13.3	8.6	N.P.	N.P.	Cumple	13.3	Cumple
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	251.8	-37.3	7.0	2.7	11.2	N.P.	N.P.	1.1	10.9	N.P.	N.P.	Cumple	10.9	Cumple
			Pie	G, V	336.5	-16.0	47.1	17.2	5.3	N.P.	N.P.	1.9	16.4	N.P.	N.P.	Cumple	16.4	Cumple

P13

Secciones de hormigón																		
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Naturaleza	Esfuerzos pésimos					Comprobaciones								Estado
					N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Pie	G, S	142.1	-45.3	-6.4	-3.5	12.8	Cumple	Cumple	10.1	14.1	Cumple	N.P.	Cumple	14.1	Cumple
			Cabeza	G, S	115.1	24.5	12.8	-3.5	12.8	Cumple	Cumple	10.4	8.6	Cumple	N.P.	Cumple	10.4	Cumple
			Pie	G, V	194.4	-19.6	-49.4	-18.0	5.8	Cumple	Cumple	15.5	18.7	N.P.	N.P.	Cumple	18.7	Cumple
			Cabeza	G, V	185.0	-11.4	-24.2	-18.0	5.8	Cumple	Cumple	15.6	9.1	N.P.	N.P.	Cumple	15.6	Cumple
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	142.1	-45.3	-6.4	-3.5	12.8	N.P.	N.P.	1.2	14.1	N.P.	N.P.	Cumple	14.1	Cumple
			Pie	G, V	194.4	-19.6	-49.4	-18.0	5.8	N.P.	N.P.	2.0	18.7	N.P.	N.P.	Cumple	18.7	Cumple



Secciones de hormigón																		
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Naturaleza	Esfuerzos pésimos					Comprobaciones								Estado
					N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Pie	G, S	116.1	-4.2	31.3	9.2	1.3	Cumple	Cumple	7.3	9.3	Cumple	N.P.	Cumple	9.3	Cumple
			Cabeza	G, S	91.5	2.3	-14.3	9.2	1.3	Cumple	Cumple	7.4	4.1	Cumple	N.P.	Cumple	7.4	Cumple
			Pie	G, V	156.9	-5.6	50.0	18.3	1.8	Cumple	Cumple	15.6	17.7	N.P.	N.P.	Cumple	17.7	Cumple
			Cabeza	G, V	146.3	-5.4	23.9	18.2	3.0	Cumple	Cumple	15.8	7.8	N.P.	N.P.	Cumple	15.8	Cumple
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, V	156.9	-5.6	50.0	18.3	1.8	N.P.	N.P.	2.0	17.7	N.P.	N.P.	Cumple	17.7	Cumple
			Pie	G, S	116.1	-4.2	31.3	9.2	1.3	N.P.	N.P.	0.9	9.3	N.P.	N.P.	Cumple	9.3	Cumple
			Pie	G, V	155.7	-9.5	49.3	18.2	3.0	N.P.	N.P.	2.0	17.7	N.P.	N.P.	Cumple	17.7	Cumple

P16

Secciones de hormigón																		
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones							Estado	
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.		Aprov. (%)
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Pie	G, S	116.1	-2.4	24.6	6.4	0.7	Cumple	Cumple	5.0	7.0	Cumple	N.P.	Cumple	7.0	Cumple
			Cabeza	G, S	100.6	10.6	-7.4	2.9	6.1	Cumple	Cumple	5.3	4.1	Cumple	N.P.	Cumple	5.3	Cumple
			Pie	G, V	119.7	-7.8	39.6	13.7	2.4	Cumple	Cumple	12.2	14.4	N.P.	N.P.	Cumple	14.4	Cumple
			Cabeza	G, V	151.0	-5.3	21.0	14.6	2.9	Cumple	Cumple	12.7	7.0	N.P.	N.P.	Cumple	12.7	Cumple
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	116.1	-2.4	24.6	6.4	0.7	N.P.	N.P.	0.6	7.0	N.P.	N.P.	Cumple	7.0	Cumple
			Pie	G, V	119.7	-7.8	39.6	13.7	2.4	N.P.	N.P.	1.5	14.4	N.P.	N.P.	Cumple	14.4	Cumple
			Pie	G, S	125.2	-19.8	6.8	2.9	6.1	N.P.	N.P.	0.6	6.1	N.P.	N.P.	Cumple	6.1	Cumple
			Pie	G, V	160.4	-9.4	41.3	14.6	2.9	N.P.	N.P.	1.6	14.0	N.P.	N.P.	Cumple	14.0	Cumple

P17

Secciones de hormigón																		
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones								Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
Planta de cubierta	5.85/6.40	45x45	Pie	G, S	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	Cumple	Cumple	N.P.	< 0.1	Cumple	N.P.	Cumple	0.0	Cumple
			Pie	G, V	2.7	0.0	1.5	2.7	0.0	Cumple	Cumple	2.7	0.6	N.P.	N.P.	Cumple	2.7	Cumple
			Cabeza	G, V	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	Cumple	Cumple	2.7	N.P.	N.P.	N.P.	Cumple	2.7	Cumple
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Cabeza	G, S	102.6	-66.8	-8.6	3.0	-21.5	Cumple	Cumple	17.1	26.3	Cumple	N.P.	Cumple	26.3	Cumple
			Cabeza	G, V	136.6	-82.1	-8.7	2.6	-24.9	Cumple	Cumple	21.7	35.9	N.P.	N.P.	Cumple	35.9	Cumple
			Cabeza	G, V	163.1	16.1	1.4	2.6	-28.2	Cumple	Cumple	23.9	5.8	N.P.	N.P.	Cumple	23.9	Cumple
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	127.9	45.7	14.9	5.2	-20.7	N.P.	N.P.	2.0	16.0	N.P.	N.P.	Cumple	16.0	Cumple
			Pie	G, V	164.7	33.2	49.4	19.4	-19.5	N.P.	N.P.	2.9	23.2	N.P.	N.P.	Cumple	23.2	Cumple
			Pie	G, S	129.2	48.2	7.2	3.0	-21.5	N.P.	N.P.	2.0	15.7	N.P.	N.P.	Cumple	15.7	Cumple
			Pie	G, V	172.5	55.6	5.0	2.6	-28.2	N.P.	N.P.	3.0	19.2	N.P.	N.P.	Cumple	19.2	Cumple

P18

Secciones de hormigón																		
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Naturaleza	Esfuerzos pésimos					Comprobaciones								Estado
					N (kN)	Mxx (kN-m)	My (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
Planta baja	0.00/5.85	45x45	Pie	G, S	79.5	-47.5	0.8	-2.0	13.9	Cumple	Cumple	11.3	17.9	Cumple	N.P.	Cumple	17.9	Cumple
			Cabeza	G, S	52.4	28.0	11.7	-2.0	13.9	Cumple	Cumple	11.6	11.8	Cumple	N.P.	Cumple	11.8	Cumple
			Pie	G, V	106.0	-27.7	-47.4	-17.8	9.7	Cumple	Cumple	18.1	23.6	N.P.	N.P.	Cumple	23.6	Cumple
			Cabeza	G, V	96.6	-14.1	-22.5	-17.8	9.7	Cumple	Cumple	18.3	9.8	N.P.	N.P.	Cumple	18.3	Cumple
Planta de centrifuga																		
Cimentación	-0.48/0.00	45x45	Pie	G, S	79.5	-47.5	0.8	-2.0	13.9	N.P.	N.P.	1.3	17.9	N.P.	N.P.	Cumple	17.9	Cumple
			Pie	G, V	106.0	-27.7	-47.4	-17.8	9.7	N.P.	N.P.	2.2	23.6	N.P.	N.P.	Cumple	23.6	Cumple

## 12.2. VIGAS

[illegible]



	Cumple	Cumple		Cumple		Cumple		
P7 - P8	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(2)	x: 3.178 m cumple	N.P.(2)	x: 5.548 m Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b>
P3 - P4	x: 4.697 m Cumple	x: 4.697 m Cumple	x: 2.275 m Cumple	x: 2.275 m Cumple	x: 2.275 m Cumple	x: 1.065 m Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b>
P4 - P5	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 3.178 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 4.388 m Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b>
P1 - P15	x: 1.065 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	Cumple	<b>CUMPLE</b>
P15 - P16	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	Cumple	<b>CUMPLE</b>
P16 - P2	x: 1.886 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	Cumple	<b>CUMPLE</b>
<i>Notación:</i> <i>σ<sub>c</sub>: Fisuración por compresión</i> <i>W<sub>k,C,sup.</sub>: Fisuración por tracción: Cara superior</i> <i>W<sub>k,C,lat.Der.</sub>: Fisuración por tracción: Cara lateral derecha</i> <i>W<sub>k,C,inf.</sub>: Fisuración por tracción: Cara inferior</i> <i>W<sub>k,C,lat.Izq.</sub>: Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda</i> <i>σ<sub>sr</sub>: Área mínima de armadura</i> <i>V<sub>fis</sub>: Fisuración por cortante</i> <i>x: Distancia al origen de la barra</i> <i>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</i> <i>N.P.: No procede</i>								
<i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i> <i>(1) La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.</i> <i>(2) La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.</i>								

	f <sub>i,Q,lim</sub> : 13.42 mm	f <sub>T,lim</sub> : 15.66 mm	f <sub>A,lim</sub> : 11.74 mm	
P7 - P8	f <sub>i,Q</sub> : 1.47 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 15.85 mm	f <sub>T,max</sub> : 7.00 mm f <sub>T,lim</sub> : 18.49 mm	f <sub>A,max</sub> : 6.30 mm f <sub>A,lim</sub> : 13.87 mm	<b>CUMPLE</b>
P3 - P4	f <sub>i,Q</sub> : 0.69 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 13.42 mm	f <sub>T,max</sub> : 3.48 mm f <sub>T,lim</sub> : 15.66 mm	f <sub>A,max</sub> : 3.16 mm f <sub>A,lim</sub> : 11.74 mm	<b>CUMPLE</b>
P4 - P5	f <sub>i,Q</sub> : 1.43 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 15.85 mm	f <sub>T,max</sub> : 7.71 mm f <sub>T,lim</sub> : 18.49 mm	f <sub>A,max</sub> : 7.20 mm f <sub>A,lim</sub> : 13.87 mm	<b>CUMPLE</b>
P1 - P15	f <sub>i,Q</sub> : 0.00 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 8.72 mm	f <sub>T,max</sub> : 0.06 mm f <sub>T,lim</sub> : 10.17 mm	f <sub>A,max</sub> : 0.04 mm f <sub>A,lim</sub> : 7.63 mm	<b>CUMPLE</b>
P15 - P16	f <sub>i,Q</sub> : 0.00 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 10.56 mm	f <sub>T,max</sub> : 0.07 mm f <sub>T,lim</sub> : 12.32 mm	f <sub>A,max</sub> : 0.05 mm f <sub>A,lim</sub> : 9.24 mm	<b>CUMPLE</b>
P16 - P2	f <sub>i,Q</sub> : 0.00 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 8.70 mm	f <sub>T,max</sub> : 0.07 mm f <sub>T,lim</sub> : 10.15 mm	f <sub>A,max</sub> : 0.05 mm f <sub>A,lim</sub> : 7.62 mm	<b>CUMPLE</b>

Comprobaciones de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) f <sub>i,Q</sub> ≤ f <sub>i,Q,lim</sub> f <sub>i,Q,lim</sub> = L/350	A plazo infinito (Cuasipermanente) f <sub>T,max</sub> ≤ f <sub>T,lim</sub> f <sub>T,lim</sub> = Mín.(L/300, L/500+10.00)	Activa (Característica) f <sub>A,max</sub> ≤ f <sub>A,lim</sub> f <sub>A,lim</sub> = L/400	Estado
P18 - P9	f <sub>i,Q</sub> : 0.05 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 16.27 mm	f <sub>T,max</sub> : 3.24 mm f <sub>T,lim</sub> : 18.98 mm	f <sub>A,max</sub> : 2.23 mm f <sub>A,lim</sub> : 14.24 mm	<b>CUMPLE</b>
P9 - P6	f <sub>i,Q</sub> : 0.00 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 10.55 mm	f <sub>T,max</sub> : 0.11 mm f <sub>T,lim</sub> : 5.02 mm	f <sub>A,max</sub> : 0.13 mm f <sub>A,lim</sub> : 4.39 mm	<b>CUMPLE</b>
P6 - P3	f <sub>i,Q</sub> : 0.01 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 12.41 mm	f <sub>T,max</sub> : 0.99 mm f <sub>T,lim</sub> : 15.83 mm	f <sub>A,max</sub> : 0.61 mm f <sub>A,lim</sub> : 10.18 mm	<b>CUMPLE</b>
P3 - P1	f <sub>i,Q</sub> : 0.04 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 15.28 mm	f <sub>T,max</sub> : 2.20 mm f <sub>T,lim</sub> : 17.83 mm	f <sub>A,max</sub> : 1.57 mm f <sub>A,lim</sub> : 13.37 mm	<b>CUMPLE</b>
P14 - P17	f <sub>i,Q</sub> : 0.04 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 16.27 mm	f <sub>T,max</sub> : 1.98 mm f <sub>T,lim</sub> : 18.98 mm	f <sub>A,max</sub> : 1.11 mm f <sub>A,lim</sub> : 13.29 mm	<b>CUMPLE</b>
P17 - P8	f <sub>i,Q</sub> : 0.00 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 10.55 mm	f <sub>T,max</sub> : 0.16 mm f <sub>T,lim</sub> : 9.98 mm	f <sub>A,max</sub> : 0.12 mm f <sub>A,lim</sub> : 3.85 mm	<b>CUMPLE</b>
P8 - P5	f <sub>i,Q</sub> : 0.02 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 12.48 mm	f <sub>T,max</sub> : 0.76 mm f <sub>T,lim</sub> : 15.83 mm	f <sub>A,max</sub> : 0.43 mm f <sub>A,lim</sub> : 9.75 mm	<b>CUMPLE</b>
P5 - P2	f <sub>i,Q</sub> : 0.03 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 15.28 mm	f <sub>T,max</sub> : 1.47 mm f <sub>T,lim</sub> : 17.83 mm	f <sub>A,max</sub> : 0.89 mm f <sub>A,lim</sub> : 11.48 mm	<b>CUMPLE</b>
P18 - P13	f <sub>i,Q</sub> : 0.12 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 13.42 mm	f <sub>T,max</sub> : 1.82 mm f <sub>T,lim</sub> : 15.66 mm	f <sub>A,max</sub> : 1.45 mm f <sub>A,lim</sub> : 11.74 mm	<b>CUMPLE</b>
P13 - P14	f <sub>i,Q</sub> : 0.47 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 15.85 mm	f <sub>T,max</sub> : 4.00 mm f <sub>T,lim</sub> : 18.49 mm	f <sub>A,max</sub> : 3.23 mm f <sub>A,lim</sub> : 13.87 mm	<b>CUMPLE</b>
P9 - P10	f <sub>i,Q</sub> : 0.65 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 13.42 mm	f <sub>T,max</sub> : 3.28 mm f <sub>T,lim</sub> : 15.66 mm	f <sub>A,max</sub> : 2.97 mm f <sub>A,lim</sub> : 11.74 mm	<b>CUMPLE</b>
P10 - P17	f <sub>i,Q</sub> : 1.28 mm f <sub>i,Q,lim</sub> : 15.85 mm	f <sub>T,max</sub> : 7.54 mm f <sub>T,lim</sub> : 18.49 mm	f <sub>A,max</sub> : 7.06 mm f <sub>A,lim</sub> : 13.87 mm	<b>CUMPLE</b>
P6 - P7	f <sub>i,Q</sub> : 0.45 mm	f <sub>T,max</sub> : 2.67 mm	f <sub>A,max</sub> : 2.17 mm	<b>CUMPLE</b>





## ANEJO 12. EXPROPIACIONES



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	OBJETO .....	3
3.	CRITERIOS DE EXPROPIACIÓN .....	3
4.	BIENES A EXPROPIAR .....	3



## 1. INTRODUCCIÓN

El expediente de expropiación es de obligada tramitación para la ocupación de los terrenos necesarios para la ejecución de las obras. Implica la toma de datos, relación e inventario de bienes afectados, con especificación de propietarios, a fin de elaborar un plano de expropiaciones lo más completo posible, que sirva de base para tramitar al citado expediente.

Este proceso supone una serie de etapas que van desde conocer la superficie física real de los terrenos y propiedad, hasta la ocupación de los mismos pasando por su definición geométrica, así como cuanta documentación sea precisa para el expediente de expropiación.

## 2. OBJETO

El objeto del presente anejo consiste en la determinación, delimitación y valoración de los bienes, derechos y servicios afectados por la ejecución de las obras.

Dado el carácter académico del mismo, no se realiza la identificación habitual del parcelario ocupado total o parcialmente por las obras, tanto de forma temporal como permanente, sino que el estudio del coste de las expropiaciones consistirá en una estimación aproximada a partir del área ocupada por las obras a realizar, suponiendo un coste por metro cuadrado a expropiar acorde con el tipo de terreno, puesto que al ser este un proyecto académico no se disponen de todos los datos de los bienes afectados.

## 3. CRITERIOS DE EXPROPIACIÓN

Se consideran a efectos de expropiación las parcelas donde se ubica la EDAR, con una ocupación permanente.

En este caso no se contemplan expropiaciones temporales, dado que los colectores discurren por calles y por lo tanto por terrenos que ya son públicos.

## 4. BIENES A EXPROPIAR

La EDAR se sitúa en terrenos privados concretamente los bienes afectados son los siguientes:

Tabla 1.- Bienes afectados por la expropiación forzosa

	Superficie parcela	Superficie expropiada	Clasif. Del suelo
36005B518020560000ZY	3.576 m <sup>2</sup>	2250.54 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco
36005B518020550000ZB	666 m <sup>2</sup>	386.12 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco
36005B518020540000ZA	1.046 m <sup>2</sup>	582.05 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco
36005B518020530000ZW	1713 m <sup>2</sup>	827.87 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco
36005B518020520000ZH	5255 m <sup>2</sup>	1992.25 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco
36005B518020510000ZU	2850 m <sup>2</sup>	905.49 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco
36005B518021030000ZD	1863 m <sup>2</sup>	607.99 m <sup>2</sup>	Labor o Labradío seco

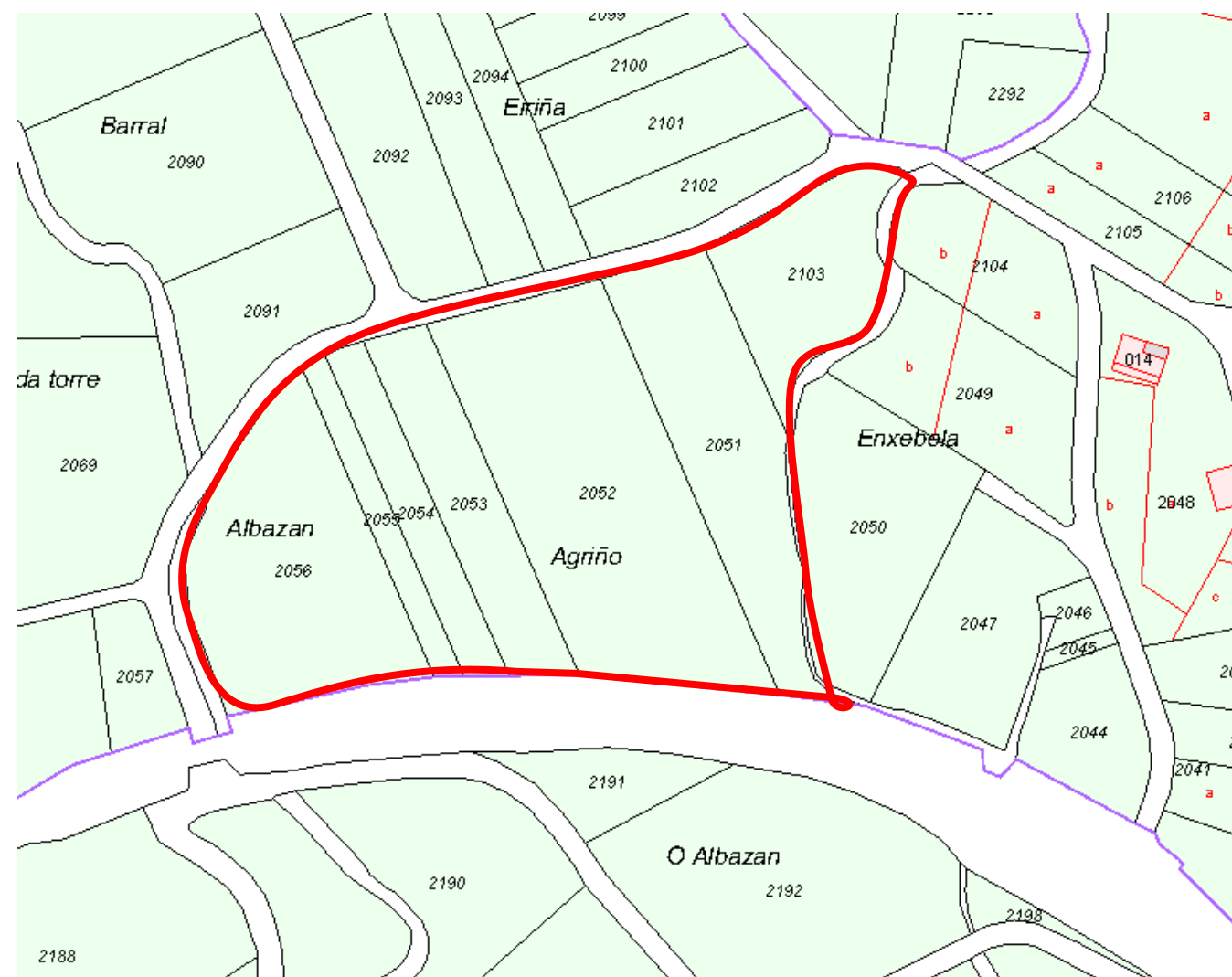


Ilustración 1.- Parcelas sometidas a expropiación



Por lo tanto, la superficie total de expropiación asciende a 7552.31 m<sup>2</sup>.

Dados los usos del suelo como labradío seco, el precio de expropiación se fija aproximadamente en 8 € / m<sup>2</sup>, lo que supone un **coste total de 60.418,48 €**.





## ANEJO 13. SUMINISTRO DE SERVICIOS



## ÍNDICE

1. OBJETO .....	3
2. SUMINISTRO ELECTRICO .....	3
2.1. LEGISLACIÓN APLICABLE .....	3
2.2. DISEÑO DEL ALUMBRADO DE LA PARCELA DE LA EDAR .....	3
2.2.1. INTRODUCCIÓN .....	3
2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE ALUMBRADO .....	3
2.4. CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA .....	4
2.4.1. POTENCIA EN EQUIPOS DE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO .....	4
2.4.2. POTENCIA EN EL EDIFICIO DE CONTROL .....	4
2.4.3. POTENCIA EN LA RED DE ALUMBRADO .....	4
2.4.4. POTENCIAS TOTALES .....	4
2.5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	4
3. ABASTECIMIENTO .....	5
3.1. DETERMINACIÓN DE CONSUMOS .....	5
3.1.1. ABASTECIMIENTO DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	5
3.1.2. DOTACIÓN CONTRA INCENDIOS .....	5
3.1.3. DOTACIÓN DE AGUA DE LIMPIEZA .....	5
3.1.4. DOTACIÓN PARA RIEGO .....	6
3.2. DEFINICIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO .....	6
3.2.1. MATERIALES .....	6
3.2.2. PRESIÓN EN LAS REDES .....	6
3.2.3. VELOCIDADES ADMISIBLES .....	6
3.2.4. DIÁMETROS MÍNIMOS .....	7
3.2.5. SEPARACIÓN CON OTRAS INSTALACIONES .....	7
3.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO .....	7
3.4. ACCESORIOS .....	8
3.4.1. VÁLVULAS .....	8
3.4.2. VENTOSAS .....	8



## 1. OBJETO

En el presente anejo se procederá al cálculo de las necesidades de suministro de energía eléctrica y abastecimiento para el funcionamiento de los distintos elementos de la EDAR y alumbrado de la parcela.

## 2. SUMINISTRO ELECTRICO

### 2.1.L EGISLACIÓN APLICABLE

Para el conjunto de la instalación eléctrico será de aplicación lo dispuesto en las siguientes normas:

- REAL DECRETO 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09
- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Suplemento con el Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. España.
- IER. Instalaciones de Electricidad. Red Exterior.
- IEP. Instalaciones de Electricidad. Puesta a Tierra.
- IET. Instalaciones de Electricidad. Centros de Transformación.
- IEI. Instalaciones de Electricidad. Alumbrado Interior.
- IEE. Instalaciones de Electricidad. Alumbrado Exterior.

### 2.2. DISEÑO DEL ALUMBRADO DE LA PARCELA DE LA EDAR

#### 2.2.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se procede al cálculo del alumbrado de la parcela de la depuradora, que se realizará mediante lámparas de descarga de vapor de sodio a alta presión sobre báculos.

La red eléctrica de distribución será subterránea. Los conductores se situarán a 0.40 m de profundidad como mínimo, y su sección será de 10 mm<sup>2</sup>.

Para el estudio de la disposición en planta de los puntos de luz se ha partido de la base de que son necesarios en la zona pavimentada.

Los báculos serán de 4m y las luminarias tipo LED de 150W.

La distancia entre farolas oscila entre los 11 y los 28 m, siguiendo la disposición en planta que se recoge en el documento nº 2 Planos.

Para este tipo de báculos y con este tipo de luminarias, se supone que para la separación máxima los luxes que tendríamos serían aproximadamente 25.

Con la distribución anteriormente mencionada se necesitan un total de 10 báculos y luminarias.

La cimentación consistirá en un dado de hormigón H-150, de sección cuadrada de 80 cm de lado y 120 cm de altura. En esta cimentación se anclarán los pernos de anclaje (de acero FIII según Norma UNE y diámetro  $\phi$ 25 mm) en una longitud de 70 cm (báculo de 10 m de altura).

En el dado de hormigón se embutirá un tubo de plástico de 60 mm de diámetro para permitir el paso de los cables.

### 2.3.DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE ALUMBRADO

En este apartado se realizará el cálculo de la instalación de suministro de distribución de energía eléctrica a la depuradora, que constará de los elementos siguientes:

- Conexión a la red general, que se efectuará a una línea en media tensión, en el punto señalado en el plano de electricidad. Será necesario situar una arqueta en ese punto. Su uso se contempla sólo para el fallo o insuficiencia de los equipos de generación solares y fotovoltaico
- Derivación en media tensión (20 KV).
- Centro de transformación, que reduce la tensión a 220/380 V,
- Líneas de distribución en baja tensión.
- Instalación solar fotovoltaica
- Conjunto de baterías y condensadores para el almacenamiento de la energía generada por las instalaciones anteriormente indicadas
- Red de alumbrado público, que a su vez estará constituida por:
  - Cuadros de mando y protección del alumbrado público.
  - Líneas de alumbrado público

Las líneas de distribución serán enterradas, y guardarán entre sí o respecto a otras instalaciones las separaciones siguientes:

Tabla 1.- Separación necesaria según el tipo de línea

	Líneas de baja tensión, telefonía, agua, gas, etc.	Líneas de alta tensión
Alta tensión	0.25	0.8
Baja tensión	0.2	0.25



A continuación, se desarrolla el proceso de cálculo, que comprende las siguientes etapas:

- Cálculo de la potencia total prevista, a partir de la consumida por los equipos empleados en las unidades de tratamiento, la red de alumbrado y el edificio de control.
- Cálculo del número de centros de transformación, potencia y ubicación.
- Cálculo de la línea de distribución en media tensión.
- Cálculo de las líneas de distribución en baja tensión.
- Cálculo de las líneas de alumbrado.
- Cálculo de las instalaciones eólica y solar.

## 2.4. CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA

### 2.4.1. POTENCIA EN EQUIPOS DE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO

A continuación se resumen los equipos eléctricos que serán necesarios para el funcionamiento de los tratamientos. En la tabla se detalla la potencia unitaria de cada elemento, el número de unidades en funcionamiento simultáneo y el número de unidades en reserva.

Equipo	Unidades simultáneas	kW
Tamizado	1	2
Desarenado	1	2
Desengrasado	1	3
Decantador primario	1	4
Biodiscos	1	1.1
Decantador secundario	1	4
Bombeo de fangos	1	1.2
Espesador	1	2
Deshidratación	1	0.5
Total		19.8

Con el número de unidades total se obtiene la potencia instalada. La potencia simultánea se obtendrá sumando las potencias de los equipos que pueden funcionar a la vez.

El dimensionado se realizará a partir de la potencia instalada. El factor de la instalación no será, en ningún caso, inferior a 0.85, por lo que la potencia correspondiente a equipos, en el caso más desfavorable, valdrá:

$$P_e = 19.8 / 0.85 = 23.29 \text{ kW}$$

La iluminación interior, estará formada por los siguientes elementos:

- **Sala de deshidratación:** Se dispondrán cuatro grupos de dos luminarias de 36 W cada una.
- **Servicios y vestuario:** Se dispondrá un grupo de dos luminarias de 36 W cada una.
- **Laboratorio:** Se dispone de dos grupos de dos luminarias cada uno, de 36 watios por luminaria,
- **Sala de control:** Se disponen tres grupos de dos luminarias de 36 watios cada una.

- **Pasillos:** Se dispone de dos grupos de dos luminarias de 36 watios cada una, con la disposición recogida en los planos correspondientes.
- **Sala de equipo eléctrico:** Se dispone de un grupo de dos luminarias de 36 watios cada una.

El dimensionamiento se realizará a partir de la potencia simultánea. El factor de la instalación no será, en ningún caso, inferior a 0,85, por lo que la potencia correspondiente a equipos, en el caso más desfavorable, valdrá:

$$P_e = 0.936 / 0.85 = 1.10 \text{ kW}$$

### 2.4.2. POTENCIA EN EL EDIFICIO DE CONTROL

Se ha obtenido a partir de la norma NTE-IER (Red exterior), según la cual la potencia correspondiente a edificios de oficinas se calcula a razón de 100 W/m<sup>2</sup> de superficie construida, lo que supone un consumo de potencia en el edificio de:

$$P_{ED} = 100 \text{ W/m}^2 \cdot 252.3 \text{ m}^2 = 25.23 \text{ kW}$$

### 2.4.3. POTENCIA EN LA RED DE ALUMBRADO

La potencia correspondiente a la red de alumbrado exterior se obtiene a partir del número de luminarias y de la potencia en W de las lámparas.

El número de luminarias se establece en 10, siendo su potencia igual a 150 W, lo que nos da una potencia

$$P_A = 1.5 \text{ kW}.$$

### 2.4.4. POTENCIAS TOTALES

La potencia total simultánea será la suma de la demandada en las distintas unidades de tratamiento, la potencia de la instalación de alumbrado y la potencia en el edificio de mandos.

$$P = P_e + P_{ED} + P_A = 23.29 + 1.10 + 25.23 + 1.5 = 51.12 \text{ kW}$$

Tomando un  $\cos\phi = 0.85$ , se obtiene una potencia aparente,

$$P_{ap} = P / \cos\phi = 60.14 \text{ KVA}$$

## 2.5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se calcula la potencia de los transformadores en KVA y el número de centros de transformación a partir de la tabla 2 de la NTE-IER.





Los datos necesarios son:

- La potencia total aparente,  $P_{ap} = 60.14 \text{ KVA}$
- La densidad de potencia, o cociente entre la potencia total y la superficie servida, expresada en KW/Ha.

La superficie servida es de  $7547.25 \text{ m}^2$  que es la superficie de la parcela que en hectáreas son 0.75 Ha, por lo tanto, la densidad de potencia será:

$$\frac{P}{S} = \frac{51.12}{0.75} = 68.16 \text{ kW/Ha} < 100$$

Por lo que la potencia del transformador será de 400 KVA y el número de transformadores,

$$n = P_{ap} / 400 = 60.14 / 400 = 0.15$$

Se colocará un transformador formado por dos unidades de 400 KVA.

### 3. ABASTECIMIENTO

El abastecimiento de la parcela se dividirá en el necesario para proporcionar los caudales de:

- Abastecimiento del edificio de control y deshidratación.
- Abastecimiento de hidrantes contra incendios.
- Red de agua de limpieza.

El tipo de red utilizado para la distribución de agua será de tipo ramificado, estando constituida por una tubería general, o de distribución, de la que partirán una serie de tuberías secundarias, o derivaciones, que satisfarán las demandas correspondientes al final de tubería. El distribuidor dispondrá de una válvula al comienzo de la red para realizar el posible corte total del abastecimiento de la parcela.

La elección del tipo de red ha sido motivada por su sencillez y economía, asumiendo el riesgo que podría presentar una rotura en la tubería principal, dando lugar al corte del abastecimiento de una parte importante de la red. Sin embargo el corte del suministro de agua en la E.D.A.R. durante un periodo de tiempo pequeño no afectaría al funcionamiento normal de los procesos, pues únicamente se necesita agua para la disolución de polielectrolito y para las disoluciones de cloruro férrico, procesos que pese a ser importantes en el proceso de depuración, no suponen un grave deterioro en la calidad del agua en caso de una interrupción de corto espacio de tiempo.

La toma de agua se realizará a partir de la red local de distribución existente en el polígono, cuya arqueta de acometida se sitúa en el margen suroeste de la parcela de la EDAR. La presión de agua necesaria en planta se verá satisfechas por la traída de agua.

Las normas empleadas para realizar este anejo son:

- NTE-IFA (Instalaciones de Fontanería. Abastecimiento).
- NTE-IPF (instalaciones de Protección. Fuego).
- NTE-IFR (instalaciones de Fontanería. Riego).
- CTE.

### 3.1. DETERMINACIÓN DE CONSUMOS.

#### 3.1.1. ABASTECIMIENTO DEL EDIFICIO DE CONTROL.

En este edificio será necesario estimar las dotaciones referentes a las necesidades de tipo sanitario (tanque de W.C., ducha, lavabo, etc.) y las requeridas por el laboratorio para realización de ensayos y pruebas, así como la dotación necesaria para la disolución de reactivos, que constituyen la fracción más importante de la dotación del edificio de control.

- Dotación sanitaria y de laboratorio:  $\leq 0.30 \text{ l/s}$  ( $1.08 \text{ m}^3/\text{s}$ )
- Dotación para lavado de centrífuga.  $5 \text{ m}^3/\text{h}$
- Dotación para la disolución de polielectrolito:

Solución: 0.55%

Porcentaje agua: 95.45%

Suministro de solución:  $0.00086 \text{ m}^3/\text{d} = 0.02 \text{ m}^3/\text{h}$

$$0.02 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \cdot \frac{95.45}{100} = 0.02 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Teniendo en cuenta los valores anteriormente descritos se opta por considerar una dotación de abastecimiento del edificio de control de  $15 \text{ m}^3/\text{h}$ , valor que proporciona un amplio margen de seguridad.

#### 3.1.2. DOTACIÓN CONTRA INCENDIOS.

La NTE-IFA indica que la red debería suministrar agua a dos bocas de incendios separadas 200 m como máximo y en el lugar más desfavorable durante dos horas. Dichas bocas deberán estar situadas preferentemente en las intersecciones, calles y lugares fácilmente accesibles al equipo de bomberos.

Conforme con lo anterior, dado que ninguna de las dimensiones de nuestra parcela alcanza los 200 m, se colocará una boca de riego en columna de tipo 80, conectada a la red mediante una conducción independiente y con la correspondiente válvula de compuerta en arqueta.

La dotación habitual para una boca de incendio se establece en  $5 \text{ l/s}$  (según el Manual General de Uralita), lo cual equivale a una dotación de  $18 \text{ m}^3/\text{h}$ .

#### 3.1.3. DOTACIÓN DE AGUA DE LIMPIEZA.

Todas las tuberías y elementos de la planta susceptibles de atascamiento deben disponer de la conexión correspondiente de agua de limpieza. Para ello se dispondrán bocas de riego distribuidas a lo largo de la zona de ubicación de aparatos y conducciones de la planta, que permitirán, mediante acoplamiento de mangueras, la limpieza de la totalidad de elementos que así lo requieran. Las principales conducciones objeto de limpieza serán:



- Tuberías de reactivos.
- Tuberías de extracción de fangos de los decantadores.
- Tuberías de bombeo de fangos del espesador a deshidratación.
- Tuberías de extracción de flotantes.

La dotación para limpieza se estima en 5 m<sup>3</sup>/s.

### 3.1.4. DOTACIÓN PARA RIEGO.

Teniendo en cuenta que el riego en la parcela se llevará a cabo de forma manual con una manguera de 15 mm de diámetro, y suponiendo una velocidad en la conducción de aproximadamente 1.5 m/s se obtiene un caudal de riego de 0.27 l/s, lo que equivale aproximadamente a 1 m<sup>3</sup>/h. Para quedarnos del lado de la seguridad y por si se regase a la vez con varias mangueras utilizaremos un caudal de 5 m<sup>3</sup>/h.

## 3.2.DEFINICIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO.

### 3.2.1. MATERIALES.

Pese a que el CTE no prohíbe expresamente el uso del PVC en instalaciones de abastecimiento de agua potable, sí es cierto que la tendencia de hoy en día es dejar dicho material tan solo para el saneamiento, empleando para el abastecimiento otros que no den tanto sabor artificial al agua transportada.

El material que se está imponiendo al PVC en cuanto a este aspecto, es el Polietileno de Alta Densidad (HDPE). Dicho material, además, ofrece una cierta flexibilidad en diámetros pequeños, que facilita en gran medida las operaciones de instalación, sobre todo, en el interior de los edificios.

El polietileno de alta densidad se comercializa mediante una amplia gama de diámetros exteriores: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 315, 400, así como de tres espesores diferentes: 4 mm, 6 mm y 10 mm. La presión admisible de este tipo de tubería suele estar entre 7 y 10 kg/cm<sup>2</sup>.

Para diámetros inferiores a 200 mm, se utilizará como llave de paso válvulas de bola en arqueta, trabajando a presiones inferiores a 60 m.c.a. Para mayores diámetros o presiones sería necesario utilizar válvulas de mariposa. Estas válvulas se colocarán al comienzo de la tubería general de distribución y en la derivación a las bocas de incendios. En las proximidades del edificio de control y deshidratación se dispondrá una arqueta de acometida. Respecto a las conducciones de limpieza, deberán ser dispuestas en sus extremos las correspondientes bocas de riego en arqueta para acoplamiento con manguera.

### 3.2.2. PRESIÓN EN LAS REDES.

La presión en las redes de abastecimiento debe estar comprendida entre 35 y 60 m.c.a., con el fin de evitar efectos negativos por presiones elevadas.

Las presiones elevadas podrían originar en la red de abastecimiento los siguientes problemas:

- Encarecimiento de la red por tener que adoptar diámetros de mayor dimensión y espesores de paredes de tuberías más grandes.
- Aumento de fugas por averías.
- La presión mínima vendrá determinada por las características del punto de consumo:
- En bocas de incendio: la presión mínima dependerá de que el servicio de bomberos esté equipado con bombas o no lo esté.

1. Si está equipado:  $P_{\min} = (6-14)$  m.c.a.

2. Si no está equipado:  $P_{\min} = 35$  m.c.a.

Para el caso que nos ocupa se supondrá que el cuerpo de bomberos no está equipado con bombas, tomándose como intervalo de presiones admisibles el comprendido entre 35 y 60 m.c.a.

- En bocas de riego: deberá contarse con presiones residuales del orden de 30 m.c.a.
- En edificios: la presión mínima a pie de edificio será  $P_{\min} = 1.20 H + 10$  m.c.a., siendo H la altura de cornisa del edificio. En el caso que nos ocupa, para una altura de cornisa de 4m, la presión mínima será de 14.8 m.c.a.

### 3.2.3. VELOCIDADES ADMISIBLES.

En redes de distribución, las velocidades máximas admisibles en las conducciones no deben sobrepasar 1,5 m/s. Sin embargo será posible alcanzar velocidades superiores en caso de que se mantengan las siguientes precauciones:

- No deben existir cambios bruscos en las conducciones.
- El agua circulante debe estar exenta de arenillas en suspensión, que provocarían la erosión de tubos y codos.

Las velocidades mínimas están condicionadas por una serie de fenómenos derivados de la permanencia excesiva del agua en la red, que disminuirán la calidad del agua distribuida:

- Evaporación y eliminación de cloro.
- Aparición de contaminantes.
- Agotamiento del oxígeno.
- Formación de sedimentación.

En consecuencia, la velocidad en las conducciones de la red de abastecimiento deberá estar comprendida entre 0,5 y 1,5 m/s.



### 3.2.4. DIÁMETROS MÍNIMOS.

Para el dimensionamiento de la red se elegirá el menor diámetro comercial que sea capaz de suministrar el caudal necesario con la presión necesaria en cada punto de la red. Los diámetros mínimos permitidos en función del elemento a abastecer son los siguientes:

- Ramales de acometida: 32 mm
- Derivaciones a bocas de incendio en columna: 80 mm
- Derivaciones a bocas de riego: 40 mm

El diámetro de salida de las bocas de riego es de 40 mm, mientras que para las bocas de incendio será de 45 y 70 mm.

De forma orientativa, se pueden establecer como diámetros mínimos para la red de distribución de agua potable e hidrantes los valores comprendidos entre 125 y 150 mm, que para una velocidad de cálculo de 1 m/s, supondría una capacidad de transporte de 12,3-17,7 l/s.

### 3.2.5. SEPARACIÓN CON OTRAS INSTALACIONES.

Las conducciones de abastecimiento de agua potable estarán separadas de los conductos de otras instalaciones por unas distancias mínimas, medidas entre generatrices interiores en ambas conducciones, quedando siempre por encima de la conducción de alcantarillado. En caso de no poder mantener las separaciones mínimas especificadas se tolerarán separaciones menores, siempre que se dispongan medidas especiales de protección.

### 3.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO.

Las hipótesis de consumo consideradas para el dimensionamiento de la red de distribución son las siguientes:

- Hipótesis 1: máxima demanda en el edificio de control y máxima demanda de agua de limpieza o riego en las bocas de riego, lo que supone un caudal total de 18 m<sup>3</sup>/h.
- Hipótesis 2: dotación contra incendios en una boca, suponiendo, en este caso, que se verán paradas la totalidad de demandas restantes, lo que supone un caudal total en la red de 18 m<sup>3</sup>/h.

Al ser las dos hipótesis coincidentes, se usará el valor de 18 m<sup>3</sup>/h como valor de diseño de la red de distribución. Las tuberías que acaban en las bocas de riego se dimensionan para 5 m<sup>3</sup>/h, la de abastecimiento al edificio de control se dimensiona para un caudal de 13 m<sup>3</sup>/h y el hidrante de incendios para un caudal de 18 m<sup>3</sup>/h.

La presión de suministro será de 40m.c.a., que tan solo se verá disminuida por las pérdidas de carga producidas por la tubería. Dichas pérdidas serán de pequeña magnitud puesto que están determinadas por la longitud de la tubería y esta, en ningún caso supera los 200 m.

Los diámetros de las conducciones se calculan para una velocidad del agua en la conducción de 1 m/s, ajustándose posteriormente al rango de diámetros comerciales.

$$Q = S \cdot v = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot v$$

Siendo:

- Q es el caudal que circula por la conducción (m<sup>3</sup>/s)
- D es el diámetro de la conducción (m)
- v es la velocidad de circulación del agua en la red (m/s) (v=1 m/s)

Los resultados obtenidos para cada una de las conducciones consideradas se recogen en la siguiente tabla:

Equipo	Q (m <sup>3</sup> /h)	V <sub>cálculo</sub> (m/s)	φ de cálculo (mm)	φ comercial (mm)	V <sub>real</sub> (m/s)
Tubería de distribución	18	1	79.81	90	0.79
Acometida edificio	15	1	72.86	75	0.94
Acometida hidrante	18	1	79.81	90	0.79
Acometida limpieza/riego	5	1	42.06	50	0.71

Se obtienen velocidades admisibles pertenecientes al intervalo comprendido entre 0.5 y 1.5 m/s, por lo que el dimensionamiento es correcto.

Respecto a la presión, se realizará la comprobación en el hidrante, por ser el elemento que requiere una mayor presión, concretamente de 35 m.c.a. Para ello se supondrá una demanda única del hidrante en toda la red, por lo que las pérdidas totales de presión vendrán determinadas por la suma de las pérdidas en la tubería principal hasta la ramificación del hidrante más las pérdidas producidas en dicha ramificación.

Las pérdidas de carga se obtienen a partir de la fórmula de Hazen-Williams:

$$v = 0.85 \cdot C \cdot R_h^{0.63} \cdot j^{0.54}$$

Donde:

- v es la velocidad media (m/s).
- C es el coeficiente de rugosidad. (C=140 en tuberías Polietileno)
- R<sub>h</sub> es el radio hidráulico (m).
- j es la pérdida de carga unitaria.

Otra forma de reescribir la fórmula de Hazen-Williams es:

$$j = 10.674 \cdot [Q^{1.852} / (C^{1.852} \cdot D^{4.871})] \cdot L$$

Donde:

- j es la pérdida de carga unitaria.
- C es el coeficiente de rugosidad. (C=140 en tuberías Polietileno).
- D es el diámetro interno de la tubería (m).
- L: longitud de la tubería (m).
- Q caudal (m<sup>3</sup>/s).

Los resultados obtenidos se recogen a continuación:



Equipo	Q (m³/h)	φ comercial (mm)	V <sub>real</sub> (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (m)
Tubería de distribución	18	90	0.79	60	0.44
Acometida edificio	15	75	0.94	2	0.03
Acometida hidrante	18	90	0.79	20	0.16
Acometida limpieza/riego	5	50	0.71	60	0.73

$$P_{m.c.a.} = 40 - 0,44 - 0,16 = 39.4 \text{ m}$$

Como se puede observar, debido a que las longitudes de conducción son pequeñas, las pérdidas de presión no son representativas, no siendo necesario realizar el cálculo pormenorizado de presiones para cada punto en las posibles situaciones de demanda, puesto que las presiones siempre estarán en el rango de 35 a 60 m.c.a.

### 3.4. ACCESORIOS

#### 3.4.1. VÁLVULAS.

La válvula es un aparato destinado a poner fuera de servicio un tronco de canalización. Se emplearán válvulas de compuerta situadas en los puntos indicados en el correspondiente plano.

Las válvulas se colocarán en arquetas que permitan su accionamiento, no siendo necesario situarlas en pozos de registro.

#### 3.4.2. VENTOSAS.

Se colocarán ventosas para dar salida al aire en las conducciones, que puedan dar lugar al corte de la vena líquida, con los consiguientes problemas de corrosión, y a golpe de ariete. Las ventosas deberán dar salida al aire de la tubería en la operación de llenado, y permitir su entrada durante la operación de vaciado para evitar la creación del vacío que puede dañar la conducción.

Las ventosas serán de tipo automático y se montarán con una válvula que permita aislarlas de la conducción para su posible revisión y reparación en caso de avería.

Se colocarán en los puntos altos de la red.





## ANEJO 14. GESTIÓN DE RESIDUOS



## ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.- IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS.....	3
3.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA .....	3
4.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	4
5.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.....	4
6.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN .....	5



## 1.- INTRODUCCIÓN

Con el presente anexo se pretende dar cumplimiento al RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Debido al carácter académico del proyecto sólo se estudiará la gestión de los residuos principales que se generarán en la obra. Por otro lado, de forma genérica se abordarán medidas y operaciones generales para la gestión de los residuos en la obra. Finalmente se realizará una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos mencionados que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

## 2.- IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS

Dado el entorno en el que se ubican las obras no es necesaria la demolición de elementos edificatorios o muros, ni de pavimentos existentes, tan solo tierras de desmonte, de las cuales la mayoría se utilizarán para la ejecución de terraplenes, y las sobrantes ya se encuentran presupuestadas en la partida alzada correspondiente a excavaciones, donde ya se presupuesta el transporte a vertedero o lugar de empleo.

Del mismo modo, tampoco se contempla que puedan existir residuos de madera hormigón, madera, plástico, hierro y acero, cables y líquidos de limpieza... por la naturaleza de las obras descritas en el presente proyecto.

## 3.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

Se entiende por minimización la adopción de medidas organizativas y operativas que permitan disminuir la cantidad y peligrosidad de los subproductos y contaminantes generados. El punto de partida reside en introducir políticas de prevención en origen.

En este apartado se describen de forma genérica las medidas de prevención potenciales a implantar, con el objeto de reducir la cantidad de residuos antes de su generación.

### Política de compras

- Se realizará una adecuada política de compras ajustada a las necesidades de la obra, y tomando ciertas precauciones que pueden reducir la generación de residuos:
- Se ajustará la compra de materias primas, evitando la generación de excedentes que puedan convertirse en residuos.
- Se planificará la llegada de material según las necesidades de ejecución de la obra, para evitar almacenamientos prolongados que posibiliten el deterioro de los materiales.
- Se establecerán acuerdos con los proveedores para la retirada de los excedentes que se puedan producir o trasladar los mismos a una obra similar.
- Se adquirirán productos a granel en lugar de envasados o en envases retornables a su proveedor.

- Se evitará la adquisición de productos sobreembalados.
- Se utilizarán productos con buen rendimiento para minimizar envases.

### Almacenamiento

- Se mantendrán unas adecuadas condiciones de almacenamiento, tanto de materias primas como de residuos:
- Se conservarán los materiales en sus embalajes originales hasta el momento de su utilización para evitar su deterioro y posibilitar su traslado a otra obra en caso de no ser finalmente necesarios.
- Se mantendrán en correctas condiciones los materiales en uso, para evitar su deterioro.
- Se almacenarán correctamente los productos líquidos para evitar su evaporación, derrame o deterioro debido a la pérdida de propiedades.
- Se delimitará una zona ordenada para depositar recortes, fragmentos, tableros de encofrados u otros materiales susceptibles de ser reutilizados.
- Se almacenarán y clasificarán los residuos en sus contenedores adecuados, manteniendo claramente separadas las diferentes fracciones segregadas.
- Se clasificarán los residuos voluminosos por tamaños para reducir el volumen de los mismos y facilitar su posterior tratamiento.
- Se establecerá una zona específica para el almacenamiento de residuos peligrosos, para mantenerlos completamente separados del resto de residuos.

### Actividades

- Se observarán una serie de normas generales de prevención aplicables en gran parte de las actividades que se llevan a cabo en una obra de construcción:
- Se reutilizarán los palets de madera siempre que sea posible.
- Se transportarán los materiales con precaución en la obra mediante sistemas adecuados, para evitar roturas de materiales.
- Se seleccionará el despiece y el corte de mayor rendimiento.
- Se utilizarán herramientas de corte adecuadas con el fin de minimizar la rotura de piezas.
- Se realizarán los trabajos de corte con precisión para favorecer el uso de ambas partes de la pieza.
- Se emplearán herramientas y útiles duraderos y fácilmente reparables.
- Se incorporarán sistemas de emisión que reduzcan la emisión de polvo, serrín, virutas o fibras.
- Se usarán lijadoras y cortadoras con sistemas de captación de polvo.
- Se guardarán los recortes de piezas en buen estado, con el objeto de reutilizarlos, siempre que sea posible.
- Se reutilizarán los materiales de protección: lonas, cartones, etc.
- Se utilizarán los productos químicos siguiendo la dosificación recomendada por el fabricante, además de buscar los productos más respetuosos con el medio. Se evitará en la medida de lo posible tratamientos con productos peligrosos.
- Se evitará el uso de cualquier producto que contenga amianto.



A continuación, se evalúan en detalle algunas actividades que contarían con medidas de aplicación específica.

#### Excavación y movimiento de tierras

A consecuencia de los trabajos de excavación y movimiento de tierras será necesario gestionar abundantes cantidades de restos vegetales, tierra y materiales pétreos, además de generarse como residuo restos metálicos, plásticos o de madera.

- Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra.
- Se retirará el manto vegetal antes de la excavación.
- Se protegerá la primera capa de suelo edáfico apartándola y no realizando grandes acopios para evitar la excesiva Compactación y deterioro de la tierra.
- Se destinará una zona determinada para el movimiento de maquinaria y almacenamiento de las tierras para evitar compactaciones excesivas del terreno.
- Se compensarán, en la medida de lo posible, los volúmenes de tierras excavadas con los rellenos necesarios.
- Se verificará que la maquinaria de la excavación avanza a la velocidad apropiada para evitar que se deterioren las Puntas de cuchara y el terreno.
- En caso de efectuar el mantenimiento de la maquinaria, se centralizará este servicio para optimizar los productos sobrantes de unos vehículos a otros.
- Se impermeabilizará la superficie en la que se realice el mantenimiento para impedir la contaminación del suelo.

#### Estructuras de hormigón y metal

A la hora de realizar las estructuras, tanto de hormigón como de metal, se prevé la generación como residuos restos de hormigón fresco o endurecido, restos metálicos o de madera.

- Se plantearán correctamente, antes del vertido de hormigón, las zanjas para los conductos para evitar así aperturas posteriores y generación de residuos.
- Se aprovecharán los restos de hormigón fresco siempre que sea posible, reutilizándolos previo tratamiento con Retardador de fraguado.
- Se reutilizarán los elementos de madera el mayor número de veces posible, respetando siempre las exigencias de calidad.
- Se centralizará, siempre que sea posible, el montaje de los elementos de armado, para posibilitar la recuperación de los recortes metálicos y evitar la aparición incontrolada de alambres.
- Se determinará un área de corte para evitar la dispersión de residuos y aprovechar los fragmentos.

## 4.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS.

En este apartado se indican las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra. Se incluyen dos opciones en aquellos casos en que sea posible.

CÓDIGO LER	DESCRIPCIÓN	DESTINO
7	Residuos de procesos químicos orgánicos	
07 07 01*	Líquidos de limpieza y licores madre acuosos (sobrantes de desencofrantes)	Eliminación por gestor autorizado
17	Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)	
17 01 01	Hormigón	Reciclaje en instalación de gestor autorizado
17 02 01	Madera	Reutilización en la obra / Reciclaje en instalación de gestor autorizado
17 02 03	Plástico	Reciclaje en instalación de gestor autorizado
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01	Reciclaje en instalación de gestor autorizado
17 04 05	Hierro y acero	Reciclaje en instalación de gestor autorizado
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	Reciclaje en instalación de gestor autorizado
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Reciclaje en instalación de gestor autorizado

Las empresas de gestión y tratamiento de residuos estarán en todo caso autorizadas por la Xunta de Galicia para la gestión de RCD.

## 5.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

En base al apartado 5 del artículo 5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:





RESIDUO	CANTIDAD (T)
Hormigón	80
Ladrillos, tejas, cerámicos	40
Metales	2
Madera	1
Vidrio	1
Plásticos	0.5
Papel y cartón	0.5

Sin embargo, en la Disposición final del mismo decreto, se indica que dichas obligaciones de separación serán exigibles para las obras iniciadas transcurridos dos años desde la entrada en vigor del real decreto, es decir, en febrero de 2010.

No obstante, dichas obligaciones de separación serán exigibles en las obras iniciadas transcurridos seis meses desde la entrada en vigor del real decreto en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las cantidades expuestas a continuación:

RESIDUO	CANTIDAD (T)
Hormigón	160
Ladrillos, tejas, cerámicos	80
Metales	4
Madera	2
Vidrio	2
Plásticos	1
Papel y cartón	1

En la obra objeto del presente proyecto no se van a generar las cantidades antes señaladas lo que, por lo que no se efectuará ningún tipo de segregación en obra.

## 6.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Los únicos residuos previstos para enviar a gestor son los levantamientos de firme de aglomerado asfáltico necesario para la ejecución de la red de saneamiento.

Será necesario levantar un total de 5429,50 m<sup>2</sup>, que si suponemos que el espesor del firme existente es de 30 cm, supone un total de 1628,85 m<sup>3</sup>.

CAPÍTULO 01 Gestión de residuos				
1	m <sup>3</sup>	Gestión de firmes bituminosos		
	m <sup>3</sup>	Gestión de firmes bituminosos procedentes de obra.	1,00	48.40
				1628,85
TOTAL CAPÍTULO 01 Gestión de residuos .....				1628.85
TOTAL.....				1628.55

Resumen del presupuesto de gestión de residuos:

01	Gestión de residuos.....	1628.85
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		1628.85
	13,00 % Gastos generales .....	211.75
	6,00 % Beneficio industrial .....	97.73
SUMA DE G.G. y B.I.		309.48
BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		1938.33
	21,00 % I.V.A.....	407.05
BASE DE LICITACIÓN CON IVA		2345.38
BASE LICITACIÓN CON IVA		2348.38

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOS MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS Y TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

En A Coruña, a Junio de 2021

Agustín Freire González



## ANEJO 15. IMPACTO AMBIENTAL



## ÍNDICE

1. OBJETO .....	3
2. INTRODUCCIÓN .....	3
2.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	4
2.1.1. NORMATIVA GENERAL .....	4
2.1.2. NORMATIVA GENERAL DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA .....	4
2.1.3. NORMATIVA ESPECÍFICA .....	4
2.2. METODOLOGÍA.....	4
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS .....	6
4.1. INTRODUCCIÓN .....	6
4.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	6
4.2.1. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES GENERADORAS DE IMPACTOS .....	6
4.2.1.1. Introducción .....	6
4.2.1.2. Acciones durante la fase de construcción.....	6
4.2.1.3. Acciones durante la fase de funcionamiento .....	7
4.2.2. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS.....	7
4.2.2.1. Medio físico .....	7
4.2.2.2. Medio biótico .....	8
4.2.2.3. Medio socioeconómico .....	8
4.2.3. IDENTIFICACIÓN DE RELACIONES CAUSA – EFECTO.....	9
5. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	9
5.1. TRÁFICO DE MAQUINARIA .....	9
5.2. TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES .....	9
5.3. VERTIDO CONTROLADO DE RESIDUOS SOBRANTES.....	10
5.4. VERTIDOS ACCIDENTALES.....	10
5.5. CANALIZACIONES.....	10
5.6. CONSUMO DE MANO DE OBRA.....	10
5.7. URBANIZACIÓN Y AJARDINAMIENTO .....	10
5.8. UBICACIÓN Y PRESENCIA DE LA ESTRUCTURA. ....	10
5.9. EXPLOTACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA EDAR .....	10
5.10. ACCIDENTES DURANTE EL FUNCIONAMIENTO .....	11
5.11. EMISIONES A LA ATMÓSFERA .....	11
5.12. GENERACIÓN DE LODOS Y RESIDUOS .....	11
6. VALORACIÓN AMBIENTAL.....	11
6.1. MATRIZ CAUSA – EFECTO.....	11
6.2. MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS .....	11
7. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS.....	15
7.1. INTRODUCCIÓN.....	15
7.2. MEDIDAS CORRECTORAS .....	15
7.3. MEDIDAS PROTECTORAS-PREVENTIVAS.....	15
8. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	17



## 1. OBJETO

El objeto del presente anejo es la realización de un estudio que permita definir las posibles afecciones e impactos causados por las obras comprendidas en el presente proyecto “Saneamiento y depuración en Saiar, Caldas de Reis, Pontevedra” en el entorno en que éstas se enmarcan, y así poder determinar las medidas necesarias para prevenir y en su caso corregir esas posibles afecciones.

De este modo, se podrá minimizar, en lo posible, el impacto ambiental que esta actuación ingenieril causa en su entorno.

En este anejo se realizará una comparación entre las distintas alternativas de emplazamiento que presenta el proyecto. Dicho estudio permitirá evaluar cuál de las alternativas es menos agresiva con el entorno. Las conclusiones de este anejo se tendrán en cuenta en el análisis de alternativas, como un criterio más de evaluación para elegir la solución que se adoptará.

## 2. INTRODUCCIÓN

Cuando el Estudio de Impacto Ambiental sea debido a requerimientos legales (por encontrarse incluido dentro de los proyectos especificados en la normativa vigente, por exigencia de un organismo público o por encontrarse ubicado en una zona recogida dentro de un Plan Especial de Protección), el alcance y contenido del anejo vendrá fijado por el órgano ambiental competente.

En el resto de los casos, se desarrollará un anejo de “Estudio de Impacto Ambiental” acorde a la dimensión del proyecto desarrollado, teniendo para ello en cuenta tanto factores cuantitativos (presupuesto total del proyecto, volumen de obra) como cualitativos (repercusión social).

Para el desarrollo del E.I.A. en proyectos de obras de pequeña envergadura, con un impacto ambiental estimado inicialmente como bajo, se redactará un Informe de Impacto Ambiental. Éste constará de dos fases: una primera fase en la que se definan los efectos ambientales del proyecto en base a una lista de chequeo de referencia, y una segunda en la que se expongan las reflexiones y conclusiones valorativas de los aspectos relacionados en dicha lista.

Cuando, bien el proyecto, bien las consecuencias ambientales que éste pudiera ocasionar sean consideradas como de carácter medio, o bien cuando en las conclusiones del Informe de proyectos de pequeña envergadura se considere que éste resulta insuficiente para la protección ambiental, se procederá a la redacción de un E.I.A. simplificado. En este caso, y mediante el uso de matrices de impactos, se identificarán las acciones del proyecto susceptibles de generar impactos y los factores del medio sobre los que se producen dichos efectos, y se procederá a la valoración de los impactos generados.

### Aplicación al presente proyecto

Para la E.D.A.R., es de aplicación la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, por estar comprendida en la relación de obras definidas en:

*ANEXO I Proyectos sometidos a la evaluación ambiental ordinaria regulada en el título II, capítulo II, sección 1.ª*

### **Grupo 7. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua.**

- a) Presas y otras instalaciones destinadas a retener el agua o almacenarla permanentemente cuando el volumen nuevo o adicional de agua almacenada sea superior a 10 hectómetros cúbicos.
- b) Proyectos para la extracción de aguas subterráneas o la recarga artificial de acuíferos, si el volumen anual de agua extraída o aportada es igual o superior a 10 hectómetros cúbicos.
- c) Proyectos para el trasvase de recursos hídricos entre cuencas fluviales, excluidos los trasvases de agua de consumo humano por tubería, en cualquiera de los siguientes casos: 1.º Que el trasvase tenga por objeto evitar la posible escasez de agua y el volumen de agua trasvasada sea superior a 100 hectómetros cúbicos al año. 2.º Que el flujo medio plurianual de la cuenca de la extracción supere los 2.000 hectómetros cúbicos al año y el volumen de agua trasvasada supere el 5 % de dicho flujo.
- d) Plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad sea superior a 150.000 habitantes-equivalentes.

*ANEXO II Proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2.ª*

### **Grupo 8. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua**

- a) Extracción de aguas subterráneas o recarga de acuíferos (no incluidos en el anexo I) cuando el volumen anual de agua extraída o aportada sea superior 1 hectómetro cúbico e inferior a 10 hectómetros cúbicos anuales.
- b) Proyectos para el trasvase de recursos hídricos entre cuencas fluviales cuando el volumen de agua trasvasada sea superior a 5 hectómetros cúbicos anuales y que no estén incluidos en el anexo I. Se exceptúan los proyectos para el trasvase de agua de consumo humano por tubería y los proyectos para la reutilización directa de aguas depuradas.
- c) Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cauces y márgenes cuando la longitud total del tramo afectado sea superior a 5 km. Se exceptúan aquellas actuaciones que se ejecuten para evitar el riesgo en zona urbana.
- d) Plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad esté comprendida entre los 10.000 y los 150.000 habitantes-equivalentes.

También sería de aplicación la Ley 9/2013, de 19 de diciembre, del emprendimiento y de la competitividad económica de Galicia:

*ANEXO Catálogo de actividades sometidas a incidencia ambiental*

### **11. Tratamiento de aguas.**

11.1 Plantas de tratamiento de aguas residuales de capacidad entre 2.000 y 10.000 habitantes equivalentes.

En el caso que nos ocupa en el presente proyecto, la planta de tratamiento está prevista para menos de 2.000 habitantes-equivalentes, por lo que no sería necesario el Estudio de Impacto Ambiental por imperativo legal.

No obstante, dado el carácter académico de dicho Proyecto, se opta por desarrollar dicho Estudio.





## 2.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN

### 2.1.1. NORMATIVA GENERAL

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.

### 2.1.2. NORMATIVA GENERAL DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA

- Ley 9/2013, de 19 de diciembre, del emprendimiento y de la competitividad económica de Galicia
- Decreto 327 / 1991, de 4 de Outubro, de Avaliación dos Efectos Ambientais para Galicia.
- Ley 9/2001, de 21 de agosto, de conservación de la naturaleza.

### 2.1.3. NORMATIVA ESPECÍFICA

- RD 849/1986 de 11 de abril por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminares I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/85 de Aguas.
- Orden de 28 de febrero de 1989 del M.O.P.U. sobre Gestión de Aceites Usados
- Ley 3/1995 de 23 de marzo de Vías Pecuarias
- Ley 11/1997 de 24 de abril de Envases y Residuos de Envases y el RD 782/1998 de 30 de abril por el que se aprueba el Reglamento para su Desarrollo y Aplicación.
- RD Leg 1/2001 de 20 de julio por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.
- (Galicia) Ley 8/2001 de 2 de agosto de Protección de la Calidad de las Aguas de las rías de Galicia y de Ordenación del Servicio Público de Depuración de Aguas Residuales Urbanas
- (Galicia) Decreto 298/2000 de 7 de diciembre de Requisitos Generales para Actividades de Eliminación en Vertederos.
- RD 1481/2001 de 27 de diciembre por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

- (Galicia) Decreto 352/2002 de 5 de diciembre por el que se Regula la Producción de los Residuos de la Construcción y Demolición.
- Directiva 96/62/CE de 27 de septiembre sobre Evaluación y Gestión de la Calidad del Aire Ambiente.
- (Galicia) Ley 8/2002 de 18 de diciembre de Protección del Ambiente Atmosférico de Galicia.
- Ley 7/1997 de 11 de agosto de Protección contra la Contaminación Acústica y el D 150/1999 de 7 de mayo por el que se aprueba su Reglamento.
- RD 212/2002 de 22 de febrero por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a Determinadas Máquinas de uso al aire libre.
- Ley 37/2002 de 17 de noviembre del Ruido

## 2.2. METODOLOGÍA

Se realiza un estudio a dos niveles:

- Identificación del impacto mediante el estudio de la interacción entre los elementos del proyecto generadores de perturbación y los parámetros ambientales.
- Cuantificación de su intensidad a través de la medida de la pérdida de calidad de las principales variables implicadas.

A continuación, se detallan los contenidos de los capítulos en los que se ha estructurado el presente Estudio de Impacto Ambiental, así como la exposición de manera sintetizada de la metodología empleada:

- *Descripción del Proyecto y sus alternativas.*
- *Inventario Ambiental.*
- *Identificación, caracterización y valoración de los efectos ambientales.*
- *Medidas correctoras y preventivas.*
- *Programa de vigilancia ambiental.*

### Descripción del Proyecto y sus alternativas

En este capítulo se describirá las posibles actuaciones, destacando aquellos aspectos de las mismas que pueden tener una mayor significancia ambiental.

### Inventario Ambiental

El objetivo de la realización del inventario del medio es la representación de la realidad física y biológica del territorio en el que se proyecta la actuación en el estado actual, a partir de la consulta sobre los conocimientos previos de la bibliografía disponible y de los datos tomados en las visitas realizadas a campo.

El conjunto de las variables potencialmente afectadas se ha agrupado del siguiente modo:



- Medio físico: climatología, hidrología, geología, edafología.
- Medio biótico y perceptual: vegetación, fauna y paisaje.
- Medio territorial: red viaria y servicios existentes, medio socioeconómico, patrimonio cultural y espacios naturales.

#### Identificación, caracterización y valoración de los efectos ambientales

Una vez conocidas las posibles actuaciones y el entorno que las rodea, se procederá a la identificación, caracterización y valoración del efecto ambiental originado por las actuaciones, cuya metodología se especifica en el apartado correspondiente, y que a continuación se sintetiza.

En primer lugar, se procederá a la identificación de las *acciones* que actuarán sobre el medio así como los *factores del medio* que puedan ser susceptibles de recibir impactos por aquellas.

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente serán implicados por aquellas y la tipología de los efectos generados, se procederá a realizar una valoración cualitativa y cuantitativa.

En primer lugar, se procede a construir la *matriz de tipo causa – efecto*, en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestos en filas los factores medioambientales susceptibles de ser modificados, identificando así los efectos ambientales.

A continuación, se construirán las matrices de caracterización de impactos, para lo cual dividiremos el análisis en dos fases:

- Fase de construcción
- Fase de explotación

Finalmente, se realizará una valoración cuantitativa para cada una de las alternativas mediante la aplicación del Método de Leopold, que será ampliamente descrito en el apartado correspondiente.

La valoración propiamente dicha se ajustará a los criterios establecidos en la legislación vigente de evaluación de impacto ambiental (Ley 6/2001 y R.D. 1131/1988) donde quedan definidos los impactos ambientales según sean compatibles, moderados, severos o críticos, valorando de la misma manera los efectos ambientales.

- *Efecto compatible*: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- *Efecto moderado*: Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- *Efecto severo*: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, a pesar de esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
- *Efecto crítico*: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras y correctoras.

#### Medidas correctoras y preventivas

Se introducen con el fin de:

- Explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio en aras al mejor logro de la actuación.
- Anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas de la actuación producen sobre el medio ambiente, en el entorno de aquellas.
- Incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

Se estudiarán en profundidad las medidas a introducir en el proyecto, en base a la siguiente tipología:

- *Medidas protectoras y preventivas*: estas medidas están encaminadas a evitar la aparición del efecto, modificando los elementos definidos por la actividad (diseño, tamaño, materias primas, etc.).
- *Medidas correctoras*: cuando el efecto es recuperable y no se pueden adoptar medidas preventivas se adoptarán medidas correctoras dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y los efectos sobre factores potencialmente alterados, en un intento de disminuir su afección.

#### Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental se fundamenta en el Real Decreto 1131/88 de 30 de Septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de Junio, de Evaluación del Impacto Ambiental.

El Programa de Vigilancia Ambiental tiene por objeto establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras, contenidas en el Estudio de Impacto Ambiental.

El diseño y ejecución del programa de vigilancia ambiental se justifica en base a la necesidad de comprobar el impacto positivo que las medidas correctoras, introducidas en el Estudio de Impacto Ambiental, han producido en el proyecto.

Además, el programa de vigilancia ambiental servirá para informar al Órgano administrativo responsable de los aspectos ambientales, de la actividad y del medio que deberán ser objeto de seguimiento. De este modo se ofrece a dicho Órgano la metodología idónea para efectuarlo y poder comparar con los datos obtenidos, los efectos positivos de las medidas correctoras sobre los impactos previstos en el estudio de efectos ambientales elaborado al realizar el proyecto.

## 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### *Introducción*

Las obras que comprende el presente Proyecto: “*Saneamiento y depuración en Saiar, Caldas de Reis, Pontevedra*” consisten fundamentalmente en la construcción de una Estación Depuradora de Aguas Residuales, que recoja las



aguas residuales de esta parroquia, las depure y las vierta al punto de vertido considerado con unas concentraciones de cargas contaminantes que no afecten a la calidad de sus aguas.

Para ello, será necesaria la construcción de una red de colectores de aguas residuales y ramales que recojan las aguas de los diferentes núcleos de población que todavía no tienen red de saneamiento y unirlo con la de aquellos núcleos que ya lo tienen y conducirlos por gravedad hasta la EDAR.

#### **Características**

Las conducciones serán de PVC y los pozos in situ. La red es separativa y ya existe recogida de pluviales. La totalidad de los colectores proyectados discurren por caminos y vías públicas.

#### **EDAR**

El proyecto prevé la construcción de una depuradora en una parcela de unos 7547.25 m<sup>2</sup>, constando de una línea de agua. La línea de agua estará formada por:

- *Obra de llegada*, constituida por constituida por una arqueta de entrada y un by-pass general de planta, así como un pozo de bombeo.
- *Pretratamiento*, constituido por rejillas, microtamiz, desarenador-desengrasador.
- *Tratamiento biológico*, constituido por biodiscos.
- *Decantador secundario*
- *Desinfección* mediante lámparas ultravioleta

#### **COLECTORES GENERALES Y RAMALES**

Los colectores y ramales por gravedad suman 4343.60 m de los cuales circulan en su totalidad por viales públicos.

Son necesarios 91 pozos de registro.

## 4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

### 4.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se va a desarrollar específicamente la identificación, localización y caracterización de la importancia y valoración de los impactos previsibles sobre cada una de las variables que se han descrito en el inventario y que se prevén como consecuencia de la realización del proyecto.

Las fases de este proceso de análisis son las siguientes:

- Identificación de Impactos:
- Identificación de acciones generadoras de impactos.
- Identificación de factores susceptibles de recibir impactos.

- Identificación de relaciones causa-efecto.
- Valoración de impactos.

### 4.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

#### 4.2.1. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES GENERADORAS DE IMPACTOS

En una primera fase del Estudio de Impacto Ambiental del presente proyecto, se definen las acciones que pueden causar impactos sobre los diferentes factores ambientales.

##### 4.2.1.1. Introducción

Este estudio se ha dividido en dos fases: acciones susceptibles de propiciar impactos durante la fase de construcción y acciones que pueden causar impactos durante la fase de explotación. No se ha considerado fase de abandono.

##### 4.2.1.2. Acciones durante la fase de construcción

En la fase de construcción son causa de afección al medio natural: el movimiento de tierras, el transporte y acopio de materiales, la ejecución de estructuras, los viales, el consumo de recursos y mano de obra, así como el vertido controlado de residuos.

##### - Movimiento de tierras

Se realiza mediante dumper, pala cargadora, retroexcavadora, martillos neumáticos, etc. Incluimos en este apartado las excavaciones, rellenos y explanaciones así como el desbroce.

El volumen de movimiento de tierras a realizar no será muy elevado, principalmente destinado a preparar la parcela donde se ubicará la EDAR, el resto será el necesario para la construcción del camino de acceso.

Además hay que tener en cuenta que se realizarán excavaciones a lo largo del trazado de los colectores.

##### - Tráfico de maquinaria

En la fase de construcción son necesarias una serie de vehículos y máquinas (grúas, hormigoneras, dumper, pala cargadora, retroexcavadora, ...), que son susceptibles de causar impactos a los factores ambientales existentes.

##### - Transporte y acopio de materiales

Este apartado se refiere al transporte de materiales y maquinaria para la ejecución de las obras (grúas, hormigoneras...).



La circulación de vehículos pesados no es habitual en la zona, pero dados los buenos accesos a las zonas de obra, siempre rodeadas o bordeadas por caminos, se entiende que será perfectamente asumible sin perjuicio del tráfico normalmente existente (de muy baja intensidad en la zona).

- Consumo de recursos y mano de obra.

Se tendrá en cuenta la incidencia que el consumo de recursos locales (económicos y humanos) que conlleva el proyecto pueda tener sobre la población y poblaciones limítrofes.

- Vertido controlado de residuos

Durante la ejecución de las obras se van a generar una serie de residuos, dando lugar a impactos por contaminación por residuos. Estos residuos podrán ser tanto de naturaleza urbana (basura, principalmente, de las oficinas), como procedentes de los materiales (por desecho o sobrantes) y deberán ser recogidos y transportados a vertedero controlado.

A la hora de valorar la inclusión de un material en el diseño del proyecto, se tienen en cuenta criterios ecológicos. Así, se utilizan materiales que no contengan sustancias tóxicas en sus componentes ni sean reciclables totalmente, como el caso del P.V.C., utilizado en tuberías de saneamiento; debe valorarse el uso de materiales como el polietileno, etc., que son más respetuosos con el medio ambiente que, por ejemplo, el fibrocemento.

Asimismo, se generarán residuos peligrosos, iluminación eléctrica, posibles derrames de aceite de maquinaria, combustible, etc. para los cuales se deberán tomar una serie de medidas para evitarlo en la mayor medida posible.

- Residuos industriales no peligrosos

Se generan residuos inertes durante la ejecución de las obras proyectadas (tierras sobrantes de excavación, embalajes, materiales no conformes, etc.).

- Residuos industriales no peligrosos inertes

Se generan residuos inertes durante la ejecución de las obras proyectadas (gravas, maderas, etc.)

- Residuos industriales peligrosos

Se generan residuos peligrosos como: derrames de combustibles, mantenimiento de maquinaria (aceites), desenchufantes, pinturas, etc.

#### 4.2.1.3. Acciones durante la fase de funcionamiento

En la fase de funcionamiento son causa de afección al medio natural: la presencia de la infraestructura, el mantenimiento y conservación de infraestructuras e instalaciones, así como las operaciones de funcionamiento.

- Presencia y ubicación de la infraestructura

Esta acción se limita a la parcela o parcelas donde se ubica la estación depuradora, el camino de acceso y los colectores; e incluye el efecto sobre el medio natural de la presencia de dichos elementos.

En cuanto a la ubicación, influye también como acción que puede causar impactos ambientales tanto al medio natural como a la población.

- Mantenimiento y conservación de infraestructuras e instalaciones

Se refiere a las operaciones, que tienen lugar durante la explotación, para mantener y conservar los equipos y la obra civil de la actuación, y que en general serán operaciones de pequeña envergadura.

- Operaciones de explotación y funcionamiento

Son las referidas al tratamiento del agua en sus diferentes fases: entrada del agua, pretratamiento, tratamiento biológico, decantación y desinfección.

Para estos procesos se tendrá en cuenta la producción de ruidos, vibraciones y malos olores. No sólo referidas a la EDAR, sino también a las impulsiones y los pozos de bombeo.

- Accidentes funcionales

Son acontecimientos imprevistos que tienen lugar durante la vida útil de la EDAR y de los colectores que pueden causar daños de importancia, principalmente al medio natural y a los encargados de la conservación de los equipos.

- Lodos y residuos

Intrínsecos al funcionamiento de la EDAR, de deberán gestionar adecuadamente mediante su acopio y transporte a vertedero.

#### 4.2.2. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE RECIBIR IMPACTOS

En una segunda fase del Estudio de Impacto Ambiental del presente proyecto, se definen los diferentes factores ambientales sobre los que pueden causar impactos las acciones anteriormente definidas.

En esta etapa se lleva a cabo la identificación de factores ambientales con la finalidad de detectar aquellas modificaciones del medioambiente, positivas o negativas, motivadas por las distintas acciones del proyecto en sus sucesivas fases (construcción y explotación), que puedan inducir variaciones en la calidad ambiental.

Dicha identificación se estructura en tres apartados: medio físico, medio biótico y medio socioeconómico.

##### 4.2.2.1. Medio físico

Los factores ambientales del medio físico que se estudian son: los suelos, la atmósfera y las aguas.

- Suelos

En las obras que tendrán lugar se prevé el transporte a vertedero de las tierras sobrantes de las obras de tierra, así como del resto de residuos inertes que se generen durante la ejecución de la obra. Además del uso de vertedero, hay otras acciones que generan impactos sobre los suelos como el almacenamiento de maquinaria, los acopios del material que se va a emplear, etc. que se identifica como ocupación del suelo.





- Se va a estudiar también la erosión del suelo

Durante la fase de explotación, cabe destacar la ocupación permanente de suelo por parte del conjunto de instalaciones de la EDAR, así como de las conducciones.

- Atmósfera

Como consecuencia de las distintas acciones que se desarrollarán durante la ejecución de las obras descritas (funcionamiento de maquinaria, precisa para ejecutar las obras, movimiento de tierras, acopio de materiales, transporte de tierras a vertedero autorizado, etc.) se producirá contaminación atmosférica como consecuencia de la emisión de partículas, polvo, olores, gases de combustión, compuestos volátiles, etc.

La generación de ruidos y vibraciones provocan contaminación acústica, consecuencia de la circulación y funcionamiento de la maquinaria necesaria para ejecutar la obra.

Una vez concluidas las obras, ya durante la fase de explotación de la EDAR, se producirán también una serie de ruidos, olores y emisiones contaminantes a la atmósfera, como polvo y gases

- Aguas

Se producirán vertidos controlados al agua por el uso de este recurso durante la ejecución de las obras, dando lugar a la alteración de la calidad del agua.

Además, y de forma ocasional, en algunos puntos se pueden producir vertidos de material procedente de la excavación o del relleno, que produzcan cierta turbidez en las aguas naturales de escorrentía.

Durante la fase de explotación, se va a mejorar la calidad del agua fluvial al reducirse la carga contaminante de los vertidos.

#### 4.2.2.2. Medio biótico

- Flora

Los efectos sobre la vegetación están asociados a la fase de construcción y todas las obras que se acometen durante la misma y suponen la retirada de la cobertura vegetal, y previamente de la superficie arbórea que se encuentra en la zona donde se va a ubicar la EDAR.

Una vez construida la EDAR se procederá a la recuperación de la vegetación de algunas zonas con árboles autóctonos. La flora se irá recuperando mediante la evolución natural de la vegetación.

- Fauna

La fauna fluvial se verá afectada durante la fase de construcción en la medida en que pueda verse afectada la calidad del medio fluvial.

Los efectos sobre la fauna terrestre están, al igual que la vegetación, asociados a la fase de construcción debido al aumento de ruidos, a la pérdida de suelo útil ya la destrucción de su hábitat por alteración y desaparición de la cobertura vegetal.

Una vez concluidas las obras propias de la fase de construcción, parte de la fauna terrestre volverá a su lugar de origen si se recupera el ecosistema existente antes de iniciar las obras.

En cuanto a la fauna fluvial, el aumento de la calidad de las aguas durante la fase de explotación de la EDAR supondrá algo beneficioso para este tipo de fauna.

#### 4.2.2.3. Medio socioeconómico

Los factores ambientales del medio socioeconómico que se estudian son: los usos pesqueros, los factores estéticos y de interés patrimonial y humano, los sociales (aceptación social y empleo) y los servicios e infraestructuras.

- Usos pesqueros

Las obras de construcción afectarán a los pescadores ya que no podrán tener acceso a la zona.

Debido a la presencia de la EDAR la calidad de las aguas aumenta, por lo tanto aumenta la fauna piscícola

- Estéticos y de interés patrimonial y humano

Tanto en la fase de construcción como en la fase de explotación, se van a producir interferencias en el entorno a nivel perceptual y paisajístico.

También hay que destacar en este apartado el impacto que pueden tener las actuaciones propias del proyecto en elementos de alto valor histórico y natural, como pueden ser el caso de Castros o espacios naturales protegidos.

- Aceptación social

Es un factor de suma importancia, puesto que al fin y al cabo, los proyectos civiles se realizan para satisfacer las necesidades sociales.

Durante la fase de construcción es inevitable causar ciertas molestias a la población por el tráfico de camiones, ruido ocasionado por el movimiento de la maquinaria, emisión de polvo...

Las molestias que pueden suponer para la población la presencia de la depuradora una vez finalizadas las obras son debidas fundamentalmente al ruido y los malos olores, sin embargo, la mejora de la calidad de las aguas fluviales hace que el proyecto tenga una buena aceptación social

Un aspecto clave es la aceptación social de la EDAR en cuanto a su ubicación, y será analizado a la hora de elegir la alternativa adecuada.

- Empleo

Se incluyen los puestos de trabajo creados, tanto por la construcción de la EDAR y los colectores, como durante la fase de explotación, aunque en menor medida en este último caso.

- Red de infraestructuras

Se estudia la interferencia que suponen las obras en las infraestructuras existentes y se analizan las necesidades de nuevas infraestructuras para el correcto desarrollo de las obras.



### 4.2.3. IDENTIFICACIÓN DE RELACIONES CAUSA – EFECTO

En este apartado se estudian las relaciones causa-efecto entre acciones del proyecto y factores del medio, como primer paso para la elaboración de la matriz de impactos.

Las acciones y los factores ambientales, así como sus relaciones causa-efecto serán prácticamente las mismas para las diferentes alternativas, por lo que no se realizará distinción alguna entre ellas en este apartado. Las consideramos invariantes por ubicarse las distintas alternativas en terrenos con una similar morfología, vegetación, fauna, viales de acceso...

La diferencia entre las distintas alternativas se determinará al valorar cualitativa y cuantitativamente las singularidades que presenten cada una de ellas en relación a estas acciones y factores ambientales.

## 5. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El movimiento de tierras provoca impactos sobre la atmósfera, sobre los suelos, sobre la fauna y la flora, sobre los usos del territorio y sobre el medio perceptivo.

- Efectos sobre los suelos

Los desbroces para la ejecución de las obras conllevan la destrucción de la capa edáfica.

Las excavaciones, rellenos y explanaciones afectan tanto a la ocupación como a la erosión del suelo.

- Efectos sobre la atmósfera

Se producirán efectos sobre la composición del aire (contaminación atmosférica) y ruidos (contaminación acústica). La contaminación atmosférica viene derivada de la emisión de partículas de polvo en suspensión.

Los ruidos que se produzcan durante el desarrollo de las operaciones de movimiento de tierras no afectarán demasiado a zonas residenciales, pues no existe ninguna en las proximidades de la obra.

- Efectos sobre las aguas

Se pueden producir modificaciones en el nivel freático de las aguas subterráneas mientras que en las aguas fluviales hay que tener en cuenta las posibles descargas con sólidos en suspensión y otros contaminantes que pueden llegar a los cursos fluviales.

- Efectos sobre la flora

Desaparición de toda la cubierta vegetal de la zona de ubicación de la EDAR y tala de árboles en el caso de su existencia.

- Efectos sobre la fauna

La fauna terrestre se alejará de la zona afectada al verse modificado su hábitat natural mientras que la fauna fluvial se ve también perjudicada al aumentar el número de sólidos en suspensión.

- Efectos sobre el paisaje

Como se altera la capa superficial del terreno y se elimina la vegetación es evidente que se producen alteraciones sobre el paisaje y la naturalidad

- Efectos sobre la aceptación social

Se considera la posibilidad de protestas de los vecinos de la zona ante el ruido y emisiones de polvo.

## 5.1. TRÁFICO DE MAQUINARIA

- Efectos sobre los suelos

El peso de las máquinas puede producir erosión en los suelos

- Efectos sobre la atmósfera

Tanto en la emisión de gases, como en la producción de ruidos y polvo

- Efectos sobre la aceptación social

Se considera la posibilidad de protestas de los vecinos de la zona ante el ruido y emisiones de polvo y el tráfico que puede ocasionar el trasiego de vehículos pesados.

- Efectos sobre la red de infraestructuras

Se van a ver afectadas las vías de comunicación de la zona por el tránsito de camiones y demás maquinaria.

## 5.2. TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES

- Efectos sobre la atmósfera

Durante el transporte de los productos de la excavación pueden emitirse partículas de polvo a la atmósfera.

Otros efectos del transporte de materiales son la emisión de partículas contaminantes procedentes del combustible, y el ruido de los camiones.

- Efectos sobre la aceptación social

Se considera la posibilidad de protestas de los vecinos de la zona ante el ruido y emisiones de polvo y el tráfico que puede ocasionar el trasiego de vehículos pesados.

- Efectos sobre la red de infraestructuras

Se van a ver afectadas las vías de comunicación de la zona por el tránsito de camiones y demás maquinaria.



### 5.3. VERTIDO CONTROLADO DE RESIDUOS SOBRANTES

- Efectos sobre la atmósfera

Son los debidos a la emisión de sustancias pulverulentas y el ruido de los camiones durante el transporte de escombros producidos en las obras.

- Efectos sobre las infraestructuras

Los residuos se han de transportar a vertedero controlado, por lo que pueden ocasionar tráfico al ser transportados por vehículos pesados.

### 5.4. VERTIDOS ACCIDENTALES

- Efectos sobre el agua fluvial y subterránea

Si los vertidos se infiltran o llegan a los cauces fluviales pueden contaminar las aguas.

- Efectos sobre la fauna fluvial

Se verá perjudicada por estos vertidos en función del tipo y la cantidad de vertido.

### 5.5. CANALIZACIONES

- Efectos sobre el suelo

En el sentido de que es necesaria una ocupación del suelo para poder construir y colocar las conducciones

- Efectos sobre la atmósfera

Polvo y ruido procedentes de las excavaciones necesarias para disponer las conducciones

- Efectos sobre el agua subterránea

Posible contaminación por infiltración de partículas contaminantes

### 5.6. CONSUMO DE MANO DE OBRA

- Efectos sobre el empleo

Produce un incremento del empleo y, consecuentemente, beneficios sobre el nivel socioeconómico de la zona, aunque difíciles de cuantificar.

### 5.7. URBANIZACIÓN Y AJARDINAMIENTO

- Efectos sobre el suelo

La urbanización y ajardinamiento que se lleva a cabo junto con la construcción de la EDAR supondrá una ocupación de suelo.

- Efectos sobre la flora

Con el ajardinamiento se producirá una pequeña recuperación de la flora.

- Efectos sobre la fauna terrestre

Parte de la fauna retornará a su lugar de origen si se recupera parte de su ecosistema

- Efectos sobre el paisaje

Con este tipo de obras se logra integrar de alguna manera la EDAR en el medio y a parte se hace menos visible, por lo que la calidad del paisaje se verá sensiblemente mejorada.

- Efectos sobre la aceptación social

Cuanto más estético sea el resultado de la obra, mayor será la aceptación por parte de la sociedad.

### 5.8. UBICACIÓN Y PRESENCIA DE LA ESTRUCTURA.

- Efectos sobre los suelos

La alteración de la topografía debido a las explanaciones realizadas, así como la compactación de los suelos y la situación de los diferentes tratamientos producen un impacto permanente sobre los suelos.

- Efectos sobre el patrimonio histórico y natural

La presencia de elementos patrimoniales de valor afecta a la ubicación de la estructura

- Efectos sobre la aceptación social

La ubicación de una depuradora en una zona concreta puede provocar rechazo social mientras que su presencia tiene buena aceptación social puesto que cuida el patrimonio natural.

### 5.9. EXPLOTACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA EDAR

- Efectos sobre la atmósfera

Los derivados del ruido y de los posibles malos olores que se produzcan por el funcionamiento de la EDAR.



- Efectos sobre el agua, fauna fluvial y pesca

Gracias al funcionamiento de la depuradora, se controlarán los contaminantes vertidos al río, mejorando así su estado. Pueden proliferar de este modo especies acuáticas y con ellas mejora el uso pesquero del río

- Efectos sobre el paisaje

En la construcción de cualquier infraestructura, el paisaje se ve afectado por la interferencia que ésta genera en sus distintas unidades.

- Efectos sociales

El correcto funcionamiento de la EDAR va a hacer que la población esté satisfecha, al preservar su medio natural. Además, se generan puestos de empleo para el mantenimiento de las distintas instalaciones.

## 5.10. ACCIDENTES DURANTE EL FUNCIONAMIENTO

- Efectos en la atmósfera

Se pueden producir ruidos, olores o emisiones de gases mayores por el fallo de algún equipo.

- Efectos en las aguas y la fauna fluvial

Ante la eventualidad de dichos fallos, el agua fluvial puede verse contaminada en exceso actuando nocivamente hacia la fauna fluvial existente.

## 5.11. EMISIONES A LA ATMÓSFERA

- Efectos sobre la calidad de la atmósfera

Emisión de gases, olores o polvo

- Efectos sobre la aceptación social

Rechazo social por emisiones contaminantes.

## 5.12. GENERACIÓN DE LODOS Y RESIDUOS

- Efectos sobre la atmósfera

Ruido, debido tanto a los distintos procesos implicados como al tráfico asociado al transporte del fango y olores intrínsecos a los propios fangos y residuos.

## 6. VALORACIÓN AMBIENTAL

Una vez definidas las acciones actuantes y los factores ambientales afectados, se realiza la evaluación del impacto ambiental del presente proyecto. Los métodos de valoración serán:

- *Matriz Causa-efecto*
- *Matriz de caracterización de impactos*
- *Matriz cuantitativa de Leopold*

### 6.1. MATRIZ CAUSA – EFECTO

La agrupación de las acciones y los factores ambientales, en las columnas y filas de una matriz, respectivamente; permiten definir las llamadas Matrices causa-efecto.

Estas matrices configuran un Método Evaluativo de Primer Nivel.

Se hará solamente una matriz, ya que representa adecuadamente a las diferentes alternativas propuestas.

### 6.2. MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

Para determinar la importancia de cada impacto identificado, se ha realizado una caracterización de los mismos en función de los siguientes parámetros:

- *Carácter o naturaleza*: Tipo de repercusión del impacto sobre el medio ambiente. Tiene dos grados: positivo y negativo.
- *Intensidad*: Grado de incidencia de la acción sobre el medio. Se determinan los siguientes grados: alta, media y baja.
- *Proyección Espacial*: Área teórica de influencia del impacto con relación al entorno en donde se ubica. Se determinan dos grados: localizado y extensivo.
- *Duración*: Continuación en el tiempo del impacto. Se establecen los siguientes grados: temporal y permanente.
- *Tipo de acción del impacto*: Modo de producirse la acción sobre los elementos o características ambientales. Puede ser una acción directa o indirecta.
- *Posibilidad de control*: Indica la viabilidad de introducir medidas que minimicen la repercusión de cada impacto determinado. Esta posibilidad puede ser alta, media o baja.





Se realiza una matriz de caracterización para la fase de construcción y otra para la fase de explotación para cada una de las alternativas.

La matriz concluye con una valoración global del impacto analizado, teniendo en cuenta todos los parámetros anteriores; las posibles valoraciones son:

- *Efecto compatible*: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- *Efecto moderado*: Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- *Efecto severo*: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, a pesar de esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
- *Efecto crítico*: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras y correctoras.



## MATRIZ CAUSA-EFECTO

### FACTORES AMBIENTALES

FACTORES AMBIENTALES			ACCIONES FASE DE CONSTRUCCIÓN										ACCIONES FASE DE EXPLOTACIÓN						
			MOVIMIENTO DE TIERRAS				TRÁFICO DE MAQUINARIA	TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES	VERTIDOS SOBREPANTES DE OBRA	VERTIDOS ACCIDENTALES	CANALIZACIONES	URBANIZACIÓN	MANO DE OBRA	UBICACIÓN ESTRUCTURA	PRESENCIA ESTRUCTURA	EXPLOTACIÓN Y FUNCIONAMIENTO EDAR	ACCIDENTES FUNCIONALES	EMISIONES	GENERACIÓN LODOS Y RESIDUOS
			DESBRUCE	EXCAVACIONES	RELLENO	EXPLANACIONES													
IMPACTOS SOBRE EL MEDIO FÍSICO	SUELOS	OCUPACIÓN																	
		EROSIÓN																	
	ATMÓSFERA	CALIDAD																	
		RUIDO																	
	AGUA	FLUVIAL																	
		SUBTERRÁNEA																	
IMPACTOS SOBRE EL MEDIO BIÓTICO	FLORA																		
	FAUNA	FLUVIAL																	
		TERRESTRE																	
IMPACTOS SOBRE EL MEDIO SOCIO ECONÓMICO	RECREATIVOS	PESCA																	
	ESTÉTICOS Y DE INTERES HUMANO	PAISAJE																	
		PATRIMONIO HIST. Y NATURAL																	
	SOCIALES	ACEPTACIÓN SOCIAL																	
		EMPLEO																	
	SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURAS	RED DE INFRAESTRUCUTURAS																	



## MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN

			CARACTERÍSTICAS DEL IMPACTO						MAGNITUD DEL IMPACTO
			NATURALEZA	INTENSIDAD	PROYECCIÓN ESPACIAL	DURACIÓN	ACCIÓN	POSIBILIDAD DE CONTROL	
IMPACTOS SOBRE EL MEDIO FÍSICO	SUELOS	OCUPACIÓN	NEGATIVA	MEDIA–ALTA	LOCALIZADA	PERMANENTE	DIRECTA	BAJA	MODERADA
		EROSIÓN	NEGATIVA	-	-	-	-	-	COMPATIBLE
	ATMÓSFERA	CALIDAD	NEGATIVA	MEDIA	EXTENSIVA	PERMANENTE	DIRECTA	ALTA	MODERADA
		RUIDO	NEGATIVA	BAJA	LOCALIZADA	PERMANENTE	DIRECTA	MEDIA	COMPATIBLE
	AGUA	FLUVIAL	POSITIVA	MEDIA	EXTENSIVA	PERMANENTE	DIRECTA	ALTA	COMPATIBLE
		SUBTERRÁNEA	NEGATIVA	-	-	-	-	-	COMPATIBLE
IMPACTOS SOBRE EL MEDIO BIÓTICO	FLORA		POSITIVA	MEDIA	LOCALIZADA	PERMANENTE	DIRECTA	MEDIA	COMPATIBLE
	FAUNA	FLUVIAL	POSITIVA	MEDIA	LOCALIZADA	PERMANENTE	DIRECTA	ALTA	COMPATIBLE
		TERRESTRE	NEGATIVA	BAJA	LOCALIZADA	PERMANENTE	DIRECTA	MEDIA	MODERADA
IMPACTOS SOBRE EL MEDIO SOCIOECONÓMICO	RECREATIVOS	PESCA	POSITIVA	BAJA	LOCALIZADA	PERMANENTE	DIRECTA	MEDIA	COMPATIBLE
	ESTÉTICOS Y DE INTERES HUMANO	PAISAJE	NEGATIVA	MEDIA–ALTA	LOCALIZADA	PERMANENTE	DIRECTA	MEDIA	SEVERA
		PATRIMONIO HIST. Y NATURAL	NEGATIVA	-	-	-	-	-	COMPATIBLE
	SOCIALES	ACEPTACIÓN SOCIAL	POSITIVA	MEDIA	LOCALIZADA	PERMANENTE	DIRECTA	MEDIA	COMPATIBLE
		EMPLEO	POSITIVA	BAJA	LOCALIZADA	PERMANETE	DIRECTA	ALTA	COMPATIBLE
	SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA S	RED DE INFRAESTRUCUTURAS	NEGATIVA	BAJA	LOCALIZADA	PERMANETE	DIRECTA	ALTA	COMPATIBLE



## 7. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS

### 7.1. INTRODUCCIÓN

Con el objeto de anular o disminuir los impactos, se prevé la aplicación de una serie de medidas correctoras para atenuar aspectos que puedan producir un mayor impacto y protectoras, de manera que actuando sobre las causas se pretende evitar la producción del impacto.

Se van a estudiar las medidas a introducir en el proyecto, sobre la base de la siguiente tipología:

- *Medidas correctoras*: dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre el medio de impactos reversibles.
- *Medidas protectoras- preventivas*: evitan la aparición del efecto de los elementos definitorios de la actividad (diseño, materias primas, etc.).

### 7.2. MEDIDAS CORRECTORAS

#### ***Medidas correctoras de ocupación, erosión y conservación del suelo***

Para evitar la destrucción de suelos con alto valor ecológico se procederá a la retirada, almacenamiento y acondicionamiento de la tierra vegetal útil procedente de los terrenos afectados por las actuaciones.

Se recuperará la capa superior de suelo vegetal que pueda estar directa o indirectamente afectada por la obra para su posterior utilización en los procesos de restauración.

Es muy importante conservar estos suelos pues suponen un banco de semillas de las especies propias de la zona que abaratan y facilitan las labores de revegetación posteriores. Estos suelos serán utilizados en las operaciones de revegetación.

En aquellas zonas afectadas por movimientos de tierras, excavaciones y, en general, todas aquellas operaciones de obra que supongan la aparición de superficies descubiertas, se procederá a su revegetación una vez alcanzadas las superficies definitivas, al objeto de evitar la aparición de fenómenos erosivos.

#### ***Medidas correctoras sobre las aguas***

La eliminación de la vegetación y los movimientos de tierras durante las obras aumentan de forma notable los riesgos erosivos. Además, los suelos arrastrados por el agua tenderán a depositarse en la red de drenaje natural, pudiendo producir su aterramiento. Este proceso puede ser muy acusado en caso de episodios lluviosos intensos durante la ejecución de las obras.

Por otro lado, determinadas actividades como cambios de aceite de maquinaria, acopio de sustancias peligrosas o la ejecución de determinadas obras, pueden dar lugar a la generación de una serie de residuos que, en caso de vertidos accidentales, pueden llegar a las aguas del cauce atravesado, afectando a su calidad.

Por ello, es necesario establecer el control oportuno de estas actividades, evitando que las alteraciones descritas lleguen a producirse. Para evitar estos efectos, se instalarán barreras de retención de sedimentos de un metro de altura, mediante balas de paja de cereal, cuyo fin será retener los materiales arrastrados por el agua de escorrentía.

Este material permite la circulación de las aguas, reteniendo buena parte de las tierras arrastradas.

#### ***Medidas correctoras sobre la fauna***

Durante la fase de construcción se dispondrán vallas y cercas por todo el perímetro de la obra, con el fin de evitar los atropellamientos y que los animales entren en las obras.

#### ***Medidas correctoras sobre la vegetación e integración paisajística***

Con el fin de atenuar, reducir o eliminar los impactos generados sobre la vegetación, el paisaje y la erosión de los suelos, se plantea la restauración de la cubierta vegetal.

Para ello se procederá a la revegetación de la zona afectada por las obras mediante la hidrosiembra de especies herbáceas y la plantación de árboles y arbustos adaptados a las condiciones meteorológicas y edáficas del ámbito del proyecto.

Asimismo, se procede a la protección del arbolado existente, durante las obras, mediante el recubrimiento rígido de los troncos.

#### ***Medidas correctoras sobre el medio socioeconómico***

Previamente a la fase de construcción, se deberá desarrollar un Plan de Seguridad y Salud.

Se deberá delimitar la actuación de obra y señalizar adecuadamente la misma, así como regular el tráfico para evitar la interrupción del mismo. Una vez finalizadas las obras se deberá proceder a la reposición de todos los servicios que hayan sido afectados.

Al finalizar las obras y posteriormente a las labores de acondicionamiento y restauración del firme se procederá a su limpieza mediante la retirada de escombros, basuras y materiales ajenos, así como al cierre de pistas y caminos abiertos durante dicha fase.

### 7.3. MEDIDAS PROTECTORAS-PREVENTIVAS

#### ***Protección y conservación de los suelos***

Es necesario establecer una serie de recomendaciones para reducir al máximo la superficie afectada por las obras, así como definir una serie de procedimientos que permitan recuperar selectivamente los horizontes edáficos más valiosos, acopiarlos y redistribuirlos convenientemente para facilitar los procesos de revegetación posteriores.

Se proponen las siguientes medidas de protección del suelo:

- Se minimizarán las excavaciones a los efectos de evitar posibles afecciones al nivel freático.
- Se procederá a delimitar el terreno afectado (jalonamiento) por las obras previas al comienzo de las obras, de forma que minimicen la afección del proyecto sobre el terreno y restringiéndose el movimiento de la maquinaria a las zonas destinadas a tal efecto.





- Se delimitará un espacio destinado a la acogida de las instalaciones provisionales a la obra, localizándose en espacios que carezcan de valores ambientales relevantes.
- Al objeto de minimizar la ocupación del suelo de forma irreversible se realizará un movimiento de tierras selectivo, en el que, en primer lugar y tras los procesos de desbroce y retirada de la cubierta vegetal, se retiren las capas fértiles del suelo.
- Los residuos generados durante la ejecución de las obras se gestionarán conforme la legislación vigente, primando su reutilización y reciclaje frente al vertido. Los sobrantes de tierra serán depositados en vertederos autorizados.
- En el supuesto de realizar almacenamiento temporal de residuos, mientras no sean entregados a un gestor autorizado, se localizarán dentro de la zona de obras en superficies delimitadas y señalizadas en los que se dispondrán contenedores u otros medios necesarios para evitar posibles afecciones al suelo.

#### ***Protección de la atmósfera***

Se entiende por “contaminación atmosférica” la presencia en el aire de sustancias o formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgo, daño o molestias graves para las personas, los ecosistemas o bienes de cualquier naturaleza.

Para minimizar las alteraciones producidas durante la fase de construcción se toman las siguientes medidas:

- Se minimizarán las excavaciones a los efectos de evitar posibles afecciones a la atmósfera.
- Se proponen riegos periódicos, en las épocas de baja pluviometría, con camiones cuba en la zona de trabajo, evitando así que el viento levante partículas y polvo, así como sobre las áreas de acopio de materiales.
- Estará terminantemente prohibido la quema de monte bajo, leña, aceites, plásticos, etc. y cualquier tipo de hoguera no autorizada por la Dirección de Obra.
- Las superficies dónde se produzcan acumulaciones de tierra, se recubrirán con un toldo impermeable debidamente sujeto y estarán debidamente ancladas al suelo, para evitar su desprendimiento.
- Los camiones que transporten tierra, irán recubiertos con un toldo impermeable debidamente sujeto durante todo su recorrido.
- Se utilizará maquinaria de construcción adecuada y se supervisará su correcto mantenimiento y puesta a punto con el fin de que cumpla la normativa de emisiones que resulte de aplicación, debiendo disponer de documentación acreditativa al respecto.

#### ***Minimización de la contaminación acústica***

La alteración del nivel sonoro se producirá fundamentalmente durante la fase de ejecución de las obras. A continuación, se señalan las medidas que se llevarán a cabo para reducir dicha contaminación acústica:

- Se establecerán límites de horarios, evitando la realización de obras o movimiento de maquinaria fuera del periodo diurno
- Vigilar el estado de la maquinaria.
- Evitar el encendido de la maquinaria o herramientas de trabajo si no se están usando.

#### ***Protección de la calidad de las aguas***

El riesgo de contaminación de las aguas durante el proceso constructivo será localizado y podrá atenuarse poniendo en práctica las medidas que a continuación se detallan:

- Quedarán prohibidos vertidos de cualquier tipo de material o sustancia a las aguas superficiales, extremándose las precauciones en zonas de acopios de productos peligrosos (lubricantes, combustibles, etc.).
- De forma previa a la ejecución de las obras se procederá al replanteo y balizado de la zona de trabajo.
- En el supuesto de realizar almacenamiento temporal de residuos, mientras no sean entregados a un gestor autorizado, se localizarán dentro de la zona de obras en superficies delimitadas y señalizadas en los que se dispondrán contenedores u otros medios necesarios para evitar posibles afecciones al suelo y como consecuencia a las aguas superficiales y subterráneas.

#### ***Protección de las formaciones vegetales***

- Se respetará todo tipo de vegetación existente que no esté afectada directamente por la ejecución de la obra.
- Se elaborará un calendario de señalización, ejecución y retirada de protecciones y señalizaciones.

#### ***Protección de la fauna***

Se plantean las siguientes medidas protectoras:

Planificar los calendarios del proceso productivo, prestando especial interés a los periodos de reproducción y cría de las especies faunísticas presentes a la hora de programar las obras más ruidosas

- Minimizar las zonas de ocupación mediante jalonamiento.

#### ***Protección del paisaje***

Para minimizar las afecciones al paisaje, durante la fase de ejecución de las obras, se tomarán las medidas oportunas para que las actuaciones llevadas a cabo junto a los cauces se adapten a la morfología del terreno, logrando así una mayor integración paisajística.

#### ***Protección del medio territorial***

- Al objeto de minimizar el efecto generado por el movimiento de tierras, tránsito de maquinaria, etc., se procederá a regar los viales de rodadura, especialmente en las zonas próximas a las áreas cultivadas y a las viviendas habitadas.
- Se señalará adecuadamente la obra y se regulará el tráfico.



## 8. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El Programa de Vigilancia Ambiental se fundamenta en el Real Decreto 1131/88 de 30 de Septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de Junio, de Evaluación del Impacto Ambiental.

El Programa deberá garantizar el cumplimiento de las recomendaciones y medidas protectoras y correctoras, proponiendo unos métodos de seguimiento y control para comprobar los efectos reales de ciertos impactos de difícil valoración y de las medidas correctoras con los previstos en el Estatuto de Impacto Ambiental.

Los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental son los siguientes:

- Verificar la evaluación inicial de los impactos previstos.
- Controlar la aplicación de cada una de las medidas protectoras y/o correctoras que se han establecido.
- Detectar los posibles impactos no previsibles hasta la ejecución de las obras y establecer medidas correctoras necesarias.
- Redefinir aquellas medidas correctoras que hayan sido ineficaces.

Además de lo anteriormente expuesto, el Programa de Vigilancia Ambiental servirá para informar al órgano administrativo responsable de los aspectos ambientales relevantes que deberán ser objeto de seguimiento, ofreciendo a dicho órgano la metodología general de valoración con el fin de comparar los impactos positivos de las medidas protectoras y correctoras, con los previstos en el Estudio de Impacto Ambiental.

El Programa de Vigilancia Ambiental se ha estructurado en dos fases:

- Fase de Construcción, relativa a la ejecución de las obras.
- Fase de Explotación, relativa al funcionamiento de la actuación.

### FASE DE CONSTRUCCIÓN

Se ha de llevar a cabo un control de la correcta ejecución de las obras desde el punto de vista medioambiental en el que se compruebe:

- La correcta delimitación del perímetro de obra.
- La correcta ubicación de las instalaciones auxiliares dentro del recinto de ocupación de la depuradora.
- Llevar un control del destino de los sobrantes de obra y recuperación de la zona afectada. La correcta limpieza de los neumáticos de los camiones
- de transporte de inertes, comprobando que no existe película de barro a la salida de la zona de obras.

- Verificación de que todos los vehículos empleados en las obras poseen la documentación en regla relativa a las inspecciones técnicas en lo referente al funcionamiento de los dispositivos preventivos de la contaminación atmosférica y acústica.
- La correcta gestión de residuos tóxicos.
- Comprobar que la integración paisajística se está llevando a cabo de acuerdo con lo proyectado.

Se redactará un informe mensual en el que se recojan los resultados de estos controles. En el caso de surgir alguna incidencia se elaborará un informe específico que será tramitado a través del organismo competente. Los informes mensuales se remitirán a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente si así lo reclamase este organismo; en caso contrario tan sólo se remitirá al mismo un informe definitivo a la finalización de las obras en donde se compendien las medidas adoptadas y su eficacia.

### FASE DE EXPLOTACIÓN

Una vez finalizadas las obras la vigilancia ambiental se centrará en dos aspectos fundamentales:

- Seguimiento de la eficacia de las medidas protectoras y correctoras previamente establecidas.
- Control de la evolución de los aspectos del entorno ante el desarrollo de la actividad prevista.

Los principales trabajos de vigilancia a desarrollar durante esta fase serán los siguientes:

- Una vez finalizadas y garantizadas todas las tareas de revegetación, se llevarán a cabo una serie de comprobaciones destinadas básicamente a controlar de forma periódica la progresiva implantación de la vegetación. En cada una de las inspecciones se controlará el estado y evolución de la vegetación natural del entorno y el grado de éxito de las plantaciones realizadas.
- No se deberán admitir en ningún caso la permanencia de escombreras, vertederos, parque de maquinaria, etc., fuera de los lugares acondicionados para ello.
- Control y seguimiento de las medidas correctoras que sean implantadas.
- Protección acústica: se llevará a cabo una serie de mediciones acústicas con el fin de comprobar el nivel acústico debido a la explotación de la depuradora
- Control de la emisión de olores: se llevará a cabo una verificación de la mínima incidencia de los posibles olores debidos a los tratamientos que se realizan en la depuradora
- Verificación de la calidad del efluente: se deberá llevar a cabo un seguimiento de las características físico-químicas del agua depurada, con el fin de determinar la eficacia del sistema.
- Destino de los lodos: los lodos deberán analizarse, al menos, cada seis meses, debiéndose aumentar la frecuencia de dichos análisis si surgieran cambios en la calidad de las aguas tratadas.

En caso de los lodos generados se destinen para su reutilización en agricultura, habrá que estar a lo dispuesto en el RD 1310/1990 que regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario.



## ANEJO 17. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	GRUPOS .....	3
3.	CATEGORÍA.....	5
4.	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	5





## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es establecer los grupos y subgrupos en que deben estar clasificados los Contratistas de obras para que puedan ser adjudicatarios de las obras del presente Proyecto.

Como datos de partida se utilizan los presupuestos parciales y el presupuesto total del proyecto, así como lo estipulado en Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público y según el Real Decreto Legislativo 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto de 1098/2011, de 12 de octubre en aquellas obras cuya naturaleza se corresponda con alguno de los tipos establecidos como subgrupo, establecidos en el artículo 25 del mismo Reglamento, y no presenten singularidades diferentes a las normales y generales de su clase, se exigirá solamente la clasificación en el subgrupo genérico correspondiente.

La clasificación del contratista se compone de tres divisiones:

- Grupo (el cual viene especificado mediante una letra mayúscula).
- Subgrupo (identificado mediante un número).
- Categoría (identificado mediante una letra minúscula en función de la anualidad).

## 2. GRUPOS

Los grupos y subgrupos de aplicación para la clasificación de empresas en los contratos de obras, a los efectos previstos en el artículo 25 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, son los siguientes:

### Grupo A. Movimiento de tierras y perforaciones:

- Subgrupo 1. Desmontes y vaciados.
- Subgrupo 2. Explanaciones.
- Subgrupo 3. Canteras.
- Subgrupo 4. Pozos y galerías.
- Subgrupo 5. Túneles.

### Grupo B. Puentes, viaductos y grandes estructuras:

- Subgrupo 1. De fábrica u hormigón en masa.
- Subgrupo 2. De hormigón armado.

- Subgrupo 3. De hormigón pretensado.
- Subgrupo 4. Metálicos.

### Grupo C. Edificaciones:

- Subgrupo 1. Demoliciones.
- Subgrupo 2. Estructuras de fábrica u hormigón.
- Subgrupo 3. Estructuras metálicas.
- Subgrupo 4. Albañilería, revocos y revestidos.
- Subgrupo 5. Cantería y marmolería.
- Subgrupo 6. Pavimentos, solados y alicatados.
- Subgrupo 7. Aislamientos e impermeabilizaciones.
- Subgrupo 8. Carpintería de madera.
- Subgrupo 9. Carpintería metálica.

### Grupo D. Ferrocarriles:

- Subgrupo 1. Tendido de vías.
- Subgrupo 2. Elevados sobre carril o cable.
- Subgrupo 3. Señalizaciones y enclavamientos.
- Subgrupo 4. Electrificación de ferrocarriles.
- Subgrupo 5. Obras de ferrocarriles sin cualificación específica.

### Grupo E. Hidráulicas:

- Subgrupo 1. Abastecimientos y saneamientos.
- Subgrupo 2. Presas.
- Subgrupo 3. Canales.
- Subgrupo 4. Acequias y desagües.
- Subgrupo 5. Defensas de márgenes y encauzamientos.
- Subgrupo 6. Conducciones con tubería de presión de gran diámetro.
- Subgrupo 7. Obras hidráulicas sin cualificación específica.



**Grupo F. Marítimas:**

- Subgrupo 1. Dragados.
- Subgrupo 2. Escolleras.
- Subgrupo 3. Con bloques de hormigón.
- Subgrupo 4. Con cajones de hormigón armado.
- Subgrupo 5. Con pilotes y tablestacas.
- Subgrupo 6. Faros, radiofaros y señalizaciones marítimas.
- Subgrupo 7. Obras marítimas sin cualificación específica.
- Subgrupo 8. Emisarios submarinos.

**Grupo G. Viales y pistas:**

- Subgrupo 1. Autopistas, autovías.
- Subgrupo 2. Pistas de aterrizaje.
- Subgrupo 3. Con firmes de hormigón hidráulico.
- Subgrupo 4. Con firmes de mezclas bituminosas.
- Subgrupo 5. Señalizaciones y balizamientos viales.
- Subgrupo 6. Obras viales sin cualificación específica.

**Grupo H. Transportes de productos petrolíferos y gaseosos:**

- Subgrupo 1. Oleoductos.
- Subgrupo 2. Gasoductos.

**Grupo I. Instalaciones eléctricas:**

- Subgrupo 1. Alumbrados, iluminaciones y balizamientos luminosos.
- Subgrupo 2. Centrales de producción de energía.
- Subgrupo 3. Líneas eléctricas de transporte.
- Subgrupo 4. Subestaciones.
- Subgrupo 5. Centros de transformación y distribución en alta tensión.
- Subgrupo 6. Distribución en baja tensión.

- Subgrupo 7. Telecomunicaciones e instalaciones radioeléctricas.
- Subgrupo 8. Instalaciones electrónicas.
- Subgrupo 9. Instalaciones eléctricas sin cualificación específica.

**Grupo J. Instalaciones mecánicas:**

- Subgrupo 1. Elevadoras o transportadoras.
- Subgrupo 2. De ventilación, calefacción y climatización.
- Subgrupo 3. Frigoríficas.
- Subgrupo 4. De fontanería y sanitarias.
- Subgrupo 5. Instalaciones mecánicas sin cualificación específica.

**Grupo K. Especiales:**

- Subgrupo 1. Cimentaciones especiales.
- Subgrupo 2. Sondeos, inyecciones y pilotajes.
- Subgrupo 3. Tablestacados.
- Subgrupo 4. Pinturas y metalizaciones.
- Subgrupo 5. Ornamentaciones y decoraciones.
- Subgrupo 6. Jardinería y plantaciones.
- Subgrupo 7. Restauración de bienes inmuebles histórico-artísticos.
- Subgrupo 8. Estaciones de tratamiento de aguas.
- Subgrupo 9. Instalaciones contra incendios.

En este caso, al tratarse de un proyecto de saneamiento, se clasifica como:

**Grupo E. Hidráulicas**

- Subgrupo 1. Abastecimientos y saneamientos

Se indica que para que sea exigible la clasificación en subgrupo, los trabajos incluidos deben suponer un coste superior al 20% del Presupuesto de Ejecución Material sobre el grupo, pudiendo no cumplirse esta imposición en casos especiales.



### 3. CATEGORÍA

Los contratos de obras se clasifican en categorías según su cuantía. La expresión de la cuantía se efectuará por referencia al valor estimado del contrato, cuando la duración de éste sea igual o inferior a un año, y por referencia al valor medio anual del mismo, cuando se trate de contratos de duración superior.

Las categorías de los contratos de obras serán las siguientes:

- **Categoría 1**, si su cuantía es inferior o igual a 150.000 euros.
- **Categoría 2**, si su cuantía es superior a 150.000 euros e inferior o igual a 360.000 euros.
- **Categoría 3**, si su cuantía es superior a 360.000 euros e inferior o igual a 840.000 euros.
- **Categoría 4**, si su cuantía es superior a 840.000 euros e inferior o igual a 2.400.000 euros.
- **Categoría 5**, si su cuantía es superior a 2.400.000 euros e inferior o igual a cinco millones de euros.
- **Categoría 6**, si su cuantía es superior a cinco millones de euros.

En este caso, es presupuesto de ejecución material asciende a un total de 1.056.275,11 €, corresponde una **categoría 4**.

### 4. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Finalmente, después de haber analizado cada punto dentro de la clasificación, se muestra una tabla con la clasificación exigible al contratista:

GRUPO	SUBGRUPO	CATEGORÍA
E	1	4



## ANEJO 18. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS





## ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.- COSTES INDIRECTOS.....	3
3.- COSTES DIRECTOS .....	3
3.1.- MANO DE OBRA .....	3
3.2.-MAQUINARIA .....	3
3.3.- MATERIALES .....	3
4.- CUADRO DE MATERIALES.....	4
5.- CUADRO DE MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES .....	5
6.- CUADRO DE MANO DE OBRA.....	5
7.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	6
8.- PRECIOS AUXILIARES .....	14



## 1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se justificará el importe de los precios unitarios que figuran en los Cuadros de Precios.

## 2.- COSTES INDIRECTOS

Según el artículo 130.3 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas se consideran costes indirectos los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Para ello, los costes directos se calcularán de la siguiente forma:

$$P = \left(1 + \frac{K}{100}\right) \cdot CD$$

Siendo:

- P: Precios de ejecución material, en euros.
- K= K1+K2
- CD: Costes Directos

El valor de K se obtiene, por tanto, mediante la suma de otros dos coeficientes:

- K1 se calculará como:

$$K1 = 100 \cdot \frac{CI}{CD}$$

Siendo CI los Costes indirectos.

- El valor máximo de K1 para las obras terrestres es del 5%.
- K2: Este coeficiente refleja los imprevistos de la obra. Para este caso, obra terrestre, el valor ha de ser igual o superior al 1%.

Como norma general se adoptará:

$$K = K1 + K2 = 6\%$$

## 3.- COSTES DIRECTOS

### 3.1.- MANO DE OBRA

Los costes horarios de las categorías profesionales correspondientes a la mano de obra directa que intervienen en los equipos de personal que ejecutan las unidades de obra, se han evaluado de acuerdo con las OO.MM vigentes y con los salarios base del Convenio Colectivo del Sector de la Construcción de la provincia de Pontevedra del año 2.016/17. La fórmula que dispone la última de las OO.MM. para el cálculo de los costes horarios es:

$$C = 1,40 \times A + B.$$

Siendo:

- C: En Euros/hora, el costo diario del personal
- A: En Euros/hora, es la retribución total del trabajador que tiene carácter salarial exclusivamente.
- B: En Euros/hora, es la retribución total del trabajador de carácter no salarial, por tratarse de indemnización de los gastos que han de realizar como consecuencia de la actividad laboral, gastos de transporte, plus de distancia, ropa de trabajo, desgaste de herramientas, etc.

### 3.2.-MAQUINARIA

Debido a la imposibilidad de conocer a fondo el plan de obra y la maquinaria que va a utilizarse, para la determinación del coste utilización de la maquinaria se van a adoptar valores medios estadísticos.

Costes intrínsecos: Se trata de los costes correspondientes a la propia máquina. Se determinan de manera proporcional al valor de la adquisición de la misma. Son de este tipo:

- Interés de la inversión
- Amortización de la máquina
- Seguros y otros gastos fijos
- Reparaciones generales
- Conservación

Costes Complementarios: Son aquellos costes originados por la máquina pero ajenos a la misma, no siendo proporcionales a su valor de adquisición. Son de este tipo:

- Mano de obra de manejo y mantenimiento diario
- Consumos de energía
- Costes de transporte y montaje

El análisis de los costes correspondientes a la maquinaria se basa en diversas bases de datos de la construcción actualizadas.

### 3.3.- MATERIALES



Los costes de materiales se han tomado de la información contenida en diferentes Bases de Datos de Precios de la Construcción debidamente actualizadas. Está formado por tres conceptos:

- Coste de materiales: Se trata del precio en fábrica o canon de cantera, incluidos envases o impuestos.
- Coste de carga, descarga y transporte: Se establecen en función de la distancia, del medio de transporte y de las características y dimensiones del material.
- Costes por mermas, pérdidas o roturas debidas a su manipulación: Se estiman como porcentaje de su precio de adquisición, tomando valores comprendidos entre el 1% y el 5%. Los costes de materiales se han tomado de la información contenida en diferentes Bases de Datos de Precios de la Construcción.

4.- CUADRO DE MATERIALES

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
U02SW001	4.291,279 Lt	Gasóleo A	0,88	3.776,33
Grupo U02 .....				3.776,33
U04AA001	828,970 M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	19.066,31
U04AA101	63,738 Tm	Arena de río (0-5mm)	15,33	977,10
U04AF150	127,475 Tm	Garbancillo 20/40 mm.	26,95	3.435,45
U04CA001	516,202 Tm	Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel	108,20	55.853,10
U04MA510	102,690 M3	Hormigón HM-20/P/40/ I central	73,20	7.516,91
U04MA513	38,600 M3	Hormigón HM-20/P/40/ Ila central	74,20	2.864,12
U04MA703	1.303,080 M3	Hormigón HM-25/P/20/ Ila central	76,68	99.920,17
U04MA710	55,600 M3	Hormigón HM-25/P/40/ I central	75,68	4.207,81
U04MA933	128,646 M3	Hormigón HA-30/P/25/ IV central	80,60	10.368,90
U04PQ001	25,110 L	Sika Desencofrante LN	1,84	46,20
U04PY001	1.005,461 M3	Agua	1,51	1.518,25
Grupo U04 .....				205.774,32
U05AE000	118,150 MI	Tub. Super Metallit D=100mm.	18,96	2.240,12
U05AG025	6.390,005 Ud	P.p. de acces. tub. PVC	9,20	58.788,05
U05AG164	4.627,245 MI	Tubería PVC SANECOR 315 mm	28,36	131.228,67
U05DC010	10,000 Ud	Tapa hormigón D=625 cm.	40,26	402,60
U05DC020	20,000 Ud	Pate 16x33 cm. D=2,5 mm.	8,68	173,60
U05DC023	464,000 Ud	Pate poliprop.25x32,D=30	6,04	2.802,56
Grupo U05 .....				195.635,60
U06AA001	92,780 kg	Alambre atar 1,3 mm	1,38	128,04
U06DA010	15,754 kg	Puntas plana 20x100	2,50	39,38
U06GD010	29,800 Kg	Acero corrugado elaborado y colocado	0,87	25,93
U06GJ001	7.143,088 Kg	Acero corrugado B 500-S prefór.	0,85	6.071,62
U06HA025	302,760 m²	Mallazo electrosoldado 15x15 d=10	6,41	1.940,69
Grupo U06 .....				8.205,66
U07AE010	3,289 m³	Tablón pino 76x205 mm < 4 m	149,25	490,88
U07AE01011	50,600 ud	Tronco redondo cepillado 160 mm diámetros 6 m.	30,00	1.518,00
U07AI001	3,336 m³	Madera pino encofrar 26 mm	145,66	485,85
Grupo U07 .....				2.494,73
U08AA002	416,295 m	Semivigueta hormigón pretensado 12 cm 4/5 m	3,20	1.332,14
U08DA002	1.513,800 ud	Bovedilla cerámica 60x25x18	0,89	1.347,28
Grupo U08 .....				2.679,43
U10DC230	18,410 mud	Ladrillo Klinker Negro 24x11,3x5,2	303,05	5.579,15
U10DG001	3.349,500 ud	Ladrillo hueco sencillo 25x12x4	0,06	200,97
Grupo U10 .....				5.780,12

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
U12AB610	101,200 kg	Puntas acero 17x70	3,45	349,14
U12AP514	253,000 ud	Taco tirafondo HPS-1 R 6/40*65 HILTI	0,60	151,80
U12AS010	258,060 m²	Tabla madera 23 mm pino gallego m-h	8,52	2.198,67
U12LG070	265,650 m²	Pizarra 40x20 Ojival/Pico, Eco (Samaca 28-44)	13,10	3.480,02
U12QP010	63,250 m²	Lámina zinc natural 0,65 mm bobina	11,75	743,19
Grupo U12 .....				6.922,81
U19AA030	9,072 ud	Precerco pino 2ª 90x35 mm	13,60	123,38
U19AD230	9,072 ud	Cerco pintar/lacar 90x30 mm	17,38	157,67
U19AQ010	9,072 ud	Puerta paso lisa pintar 35 mm	49,30	447,25
U19QA010	91,530 m	Tapajuntas pino pintar 70x15	1,27	116,24
U19XA010	9,072 ud	Pomo puerta paso latón c/resbalón TESA	12,60	114,31
U19XI115	29,160 ud	Pernio latonado 9,5 cm	0,60	17,50
U19XK510	81,000 ud	Tornillo acero 19/22 mm	0,03	2,43
Grupo U19 .....				978,78
U20BA005	45,212 m²	Carpintería abatible RPT MARCO/HOJA 45/52 mm ALFIL SAPA	232,30	10.502,75
U20SA155	40,094 m²	Persiana enrollable aluminio térmico	45,00	1.804,23
U20SF005	40,094 m	Cajón de PVC para compacto 140/150 mm	21,40	858,01
U20XC150	32,617 ud	Cerradura embutir palanca basculante Tesa 2230	36,00	1.174,21
Grupo U20 .....				14.339,20
U22AA520	5,000 M2	Puerta	85,50	427,50
U22AE401	1,000 Ud	Equipo elec. puerta corredera	585,88	585,88
U22KA005	120,405 Ud	Poste 200 cm. tubo acero galv.diam. 48	9,28	1.117,36
U22KA055	32,108 Ud	Poste arranque acero galv. de 2,00 m.	11,32	363,46
U22KE056	802,700 M2	Malla galv.s/torsión ST40/14-200	3,02	2.424,15
U22XN101	1,000 Ud	Radio control a distancia	92,20	92,20
U22XN151	1,000 Ud	Detector rayos infrarrojos	162,00	162,00
Grupo U22 .....				5.172,55
U24WA005	23,000 m	Tubo PEX 16x1,8 mm	1,26	28,98
U24WA010	10,000 m	Tubo PEX 20x1,9 mm	1,52	15,20
U24WD005	4,000 ud	T redonda plástico Q&E 20x16x16	4,53	18,12
U24WD010	2,000 ud	T redonda plástico Q&E 20x16x20	5,09	10,18
U24WD205	10,000 ud	Codo terminal plástico Q&E 16x1/2"	4,04	40,40
U24WJ010	4,000 ud	Llave de corte empotrar Q&E 20x20	11,59	46,36
U24WM005	20,000 ud	Anillo Q&E 16	0,42	8,40
U24WM010	16,000 ud	Anillo Q&E 20	0,46	7,36
Grupo U24 .....				175,00
U25AA001	3,400 m	Tubería PVC evacuación 32 mm UNE EN 1329	0,82	2,79
U25AA002	6,400 m	Tubería PVC evacuación 40 mm UNE EN 1329	0,81	5,18
U25AA005	1,400 m	Tubería PVC evacuación 90 mm UNE EN 1329	2,04	2,86
U25AA006	6,000 m	Tubería PVC evacuación 110 mm UNE EN 1329	2,82	16,92
U25DD005	2,000 ud	Manguito unión h-h PVC 90 mm	4,27	8,54
U25XC101	2,000 ud	Válvula recta lavabo/bide c/tapa	2,38	4,76
U25XC250	2,000 ud	Curva a 90° diámetro 110 mm	9,51	19,02
U25XC401	2,000 ud	Sifón tubular s/horizontal	3,74	7,48
U25XF025	2,000 ud	Bote sifónico PVC 110-40/50	8,08	16,16
Grupo U25 .....				83,71
U26AG001	7,000 ud	Llave de escuadra 1/2" cromada c/mando	3,77	26,39
U26GA021	2,000 ud	Mezclador lavabo Lógica cromado	75,00	150,00
U26GA166	2,000 ud	Mezclador para lavabo monomando Targa	91,60	183,20
U26GP201	2,000 Ud	Fluxor 1/2" urinario R. Aqualine	121,00	242,00
U26XA001	7,000 ud	Latiguillo flexible de 20 cm	1,38	9,66
U26XA011	2,000 ud	Florón cadénilla tapón	2,05	4,10
Grupo U26 .....				615,35



CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
U27FF005	2,000 Ud	Lavabo sobre enc. Fuego 49x39 blan.	129,00	258,00
U27LA001	2,000 ud	Tanque alto plástico c/mecanismo	23,20	46,40
U27LA011	2,000 ud	Inodoro THE GAP tanque alto blanco	86,30	172,60
U27NA001	2,000 Ud	Urinario Urito	22,70	45,40
U27VF605	2,000 Ud	Portarrollos Roca Dobra empotrar	12,40	24,80
U27VL001	2,000 Ud	Dosificador jabon univ. 1 l.	19,23	38,46
U27VX001	2,000 ud	Tapa inodoro Victoria plástico	18,80	37,60
U27XL020	2,000 Ud	Dispensador papel toalla 400 ser.	27,50	55,00
Grupo U27 .....				678,26
U30ER210	245,380 MI	Conductor 3x16 (Cu)	10,55	2.588,76
U30JW138	245,380 MI	Tubo PVC corrug.	3,94	966,80
Grupo U30 .....				3.555,56
U31EG405	10,000 Ud	Báculo 4 m. Zona ajardinada	288,94	2.889,40
Grupo U31 .....				2.889,40
U37FK201	840,720 M2	Losa pizarra	9,02	7.583,29
U37OC055	35,430 MI	Tub.PVC 50mm	0,99	35,08
U37OC057	5,190 MI	Tub.PVC 75mm., 6Atm.	1,36	7,06
U37OE110	27,480 MI	Tub.Fundición ductil D=50 m.	12,50	343,50
U37OG035	36,120 MI	Tub.aluminio DN150	3,91	141,23
U37OG535	105,000 MI	Tub.Polietil.AD90/10Atm	4,27	448,35
U37PA501	1,000 Ud	Rejas manuales	453,00	453,00
U37RE100	2,000 Ud	Tamiz estático	4.905,60	9.811,20
U37RE1001	1,000 Ud	Conjunto soplantes	428,30	428,30
U37RE200	2,000 Ud	Bomba sumergible	354,50	709,00
U37RE20013	1,000 Ud	Bombas de extracción de fangos	695,52	695,52
U37RE20014	1,000 Ud	Equipo de desinfección ultravioleta	6.257,00	6.257,00
U37RE20015	2,000 Ud	Bomba centrífuga	460,30	920,60
U37RE20016	1,000 Ud	Equipo de filtros banda	5.540,00	5.540,00
U37YT415	1,000 Ud	Centro Transf. 2x400 Kvas enterrado	44.698,00	44.698,00
Grupo U37 .....				78.071,13
U39CE001	1.248,785 M3	Zahorra natural	6,90	8.616,62
U39CE002	1.248,785 M3	Zahorra artificial	14,00	17.482,99
U39DA002	380,065 Tm	Betún asfáltico B 60/70	303,00	115.159,70
U39DE005	5,430 Tm	Ligante emulsión ECL-1	175,00	950,16
U39IA005	12,836 M3	Madera escuadrada	102,68	1.318,03
Grupo U39 .....				143.527,49
U40BD005	32,271 M3	Mantillo	21,02	678,34
U40GA0183	17,000 Ud	Jacaranda contendor15 l	75,00	1.275,00
U40MA610	290,440 Kg	Semilla pradera rústica.	3,53	1.025,25
Grupo U40 .....				2.978,59
UR3RE1002	1,000 Ud	Equipo extracción de arenas	525,62	525,62
Grupo UR3.....				525,62
TOTAL.....				684.859,64

5.- CUADRO DE MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
U02FF020	5,498 Hr	Bulldozer de 150 C.V. con Ripper	30,00	164,95
U02FK005	1.827,563 Hr	Retro-Pala excavadora	30,00	54.826,90
U02LA201	183,312 Hr	Hormigonera 250 l.	1,32	241,97
U02SA010	75,473 Hr	Motosierra	3,30	249,06
Grupo U02 .....				55.482,88
U37OE001	5,006 Hr	Grua automovil	24,05	120,39
Grupo U37 .....				120,39
U39AC006	63,568 Hr	Compactador neumát.autp. 60cv	15,00	953,51
U39AD002	5,033 Hr	Motoniveladora 130 cv	30,00	150,99
U39AG005	5,430 Hr	Barredora autopropulsada	14,00	76,01
U39AH025	1.266,610 Hr	Camión bañera 200 cv	26,00	32.931,86
U39AI012	21,718 Hr	Equipo extend.base,sub-bases	42,00	912,16
U39AJ001	15,404 Hr	Camión hormigonera 6 M/3	24,00	369,68
U39AK001	7,188 Hr	Central hormigonado 20/30 M3	32,00	230,03
U39AL005	5,033 Hr	Camión cisterna/agua 140 cv	18,00	90,59
U39AM005	5,430 Hr	Camión bituminador 130 cv	26,00	141,17
U39AN008	8,215 Hr	Bomba para hormigonar	52,60	432,12
U39AZ001	41,076 Hr	Vibrador de aguja	1,90	78,04
Grupo U39 .....				36.366,16
TOTAL.....				91.969,43

6.- CUADRO DE MANO DE OBRA

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
U01AA006	23,842 Hr	Capataz	14,08	335,69
U01AA007	3.132,227 Hr	Oficial primera	13,79	43.193,41
U01AA008	3,000 Hr	Oficial segunda	14,73	44,19
U01AA009	2.412,438 Hr	Ayudante	13,09	31.578,81
U01AA010	328,770 Hr	Peón especializado	13,01	4.277,30
U01AA011	2.807,949 Hr	Peón suelto	12,75	35.801,35
U01AA015	335,648 Hr	Maquinista o conductor	13,79	4.628,59
U01FA103	138,107 h	Oficial 1ª encofrador	18,13	2.503,88
U01FA105	138,107 h	Ayudante encofrador	17,37	2.398,92
U01FA201	22,121 Hr	Oficial 1ª ferralla	18,13	401,04
U01FA204	22,121 Hr	Ayudante ferralla	17,37	384,23
U01FR009	585,131 Hr	Oficial segunda Jardinero	13,50	7.899,26
U01FR013	653,923 Hr	Peón ordinario jardinero	12,75	8.337,52
U01FV001	16,200 h	Oficial primera carpintería	18,13	293,71
U01FX001	18,305 h	Oficial cerrajería	18,13	331,87
U01FX003	23,323 h	Ayudante cerrajería	17,37	405,12
U01FY105	72,490 Hr	Oficial 1ª fontanero	18,13	1.314,24
U01FY110	58,390 Hr	Ayudante fontanero	17,37	1.014,23
U01FY630	36,807 Hr	Oficial primera electricista	13,79	507,57
U01FY635	36,807 Hr	Ayudante electricista	13,09	481,80
Grupo U01 .....				146.132,75
TOTAL.....				146.132,75





7.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D01KA035	M2	LEV. CALZ. AGLOM. ASFÁL. C/RETRO. M2. Levantado de calzada de aglomerado asfáltico, con retro-pala excavadora, i/retirada de escombros a pie de carga y p.p. de costes indirectos.			
U01AA010	0,060 Hr	Peón especializado	13,01	0,78	
A03CF010	0,045 Hr	RETROPALA S/NEUMÁ. ARTIC 102 CV	57,35	2,58	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	3,40	0,20	
TOTAL PARTIDA.....					3,56
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS					
D02AA600	M2	RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA M2. Retirada de capa vegetal de 30 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.			
U02FF020	0,015 Hr	Bulldozer de 150 C.V. con Ripper	30,00	0,45	
U%10	10,000 %	Amortización y otros gastos	0,50	0,05	
U01AA015	0,015 Hr	Maquinista o conductor	13,79	0,21	
U02SW001	0,620 Lt	Gasóleo A	0,88	0,55	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	1,30	0,08	
TOTAL PARTIDA.....					1,34
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
D02AA700	M2	LIMPIEZA, TALA ARBUSTOS Y RAÍCES M2. Desbroce y limpieza de terreno, por medios mecánicos, con corte y retirada de arbustos existentes, i/arran- cado de raíces, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.			
U01AA011	0,010 Hr	Peón suelto	12,75	0,13	
U01AA015	0,010 Hr	Maquinista o conductor	13,79	0,14	
U02SA010	0,010 Hr	Motosierra	3,30	0,03	
U02FK005	0,010 Hr	Retro-Pala excavadora	30,00	0,30	
U02SW001	0,150 Lt	Gasóleo A	0,88	0,13	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	0,70	0,04	
TOTAL PARTIDA.....					0,77
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
D03AG256	MI	TUBERÍA PVC D=315mm MI. Tubería de PVC de 315 mm. de diámetro, colocada sobre cama de arena de río lavada y posterior relleno de al menos 5 cm con arena seleccionada exenta de piedras mayores a 10 mm., y resto con tierra procedente de obra, con una pendiente mínima del 2 %, i/pp. de piezas especiales, instalación de acuerdo al Pliego de prescrip- ciones Técnicas. Incluye apertua de zanjas y p.p. de costes indirectos.			
U01AA007	0,300 Hr	Oficial primera	13,79	4,14	
U01AA009	0,300 Hr	Ayudante	13,09	3,93	
U05AG164	1,050 MI	Tuberia PVC SANECOR 315 mm	28,36	29,78	
U05AG025	1,450 Ud	P.p. de acces. tub. PVC	9,20	13,34	
U04AA001	0,150 M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	3,45	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	54,60	3,28	
TOTAL PARTIDA.....					57,92
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS					

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D03DC005	Ud	POZO DE REGISTRO D-1 m. PROF. <2 m. Ud. Pozo de registro visitable, de 1m. de diámetro y hasta dos de profundidad, formado por solera de hormigón HM-20 N/mm2, de 20cm. de espesor, con canaleta de fondo, fabrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor, en- foscado y bruñido por el interior, pates de polipropileno, cerco y tapa de hormigón armado HM-25 N/mm2, i/exca- vación por medios mecánicos en terreno flojo y medidas de seguridad, según CTE/DB-HS 5.			
U01AA015	0,100 Hr	Maquinista o conductor	13,79	1,38	
U01AA007	3,000 Hr	Oficial primera	13,79	41,37	
U01AA009	3,000 Hr	Ayudante	13,09	39,27	
U05DC023	4,000 Ud	Pate poliprop.25x32,D=30	6,04	24,16	
U06GD010	0,300 Kg	Acero corrugado elaborado y colocado	0,87	0,26	
U04MA710	0,350 M3	Hormigón HM-25/P/40/ I central	75,68	26,49	
U04CA001	0,300 Tm	Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel	108,20	32,46	
U04AA001	0,400 M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	9,20	
U04PY001	0,050 M3	Agua	1,51	0,08	
U02LA201	0,100 Hr	Hormigonera 250 l.	1,32	0,13	
U02FK005	0,100 Hr	Retro-Pala excavadora	30,00	3,00	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	177,80	10,67	
TOTAL PARTIDA.....					188,47
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
D04AA250	Kg	ACERO CORR. B 500-S PREFORM. Kg. Acero corrugado B 500-S, preformado en taller y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.			
U01FA201	0,003 Hr	Oficial 1ª ferralla	18,13	0,05	
U01FA204	0,003 Hr	Ayudante ferralla	17,37	0,05	
U06AA001	0,005 kg	Alambre atar 1,3 mm	1,38	0,01	
U06GJ001	1,030 Kg	Acero corrugado B 500-S prefor.	0,85	0,88	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	1,00	0,06	
TOTAL PARTIDA.....					1,05
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CINCO CÉNTIMOS					
D04CX601	m²	ENCOFRADO PLANO 1 C m². Encofrado y desencofrado a una cara en muros con paneles metálicos de 5 a 10 m². de superficie, conside- rando 20 posturas, i/aplicación de desencofrante.			
U01FA103	0,440 h	Oficial 1ª encofrador	18,13	7,98	
U01FA105	0,440 h	Ayudante encofrador	17,37	7,64	
U06XK110	1,100 m²	Encofrado panel metálico 5/10 m²	3,00	3,30	
U07AI001	0,005 m³	Madera pino encofrar 26 mm	145,66	0,73	
U06AA001	0,150 kg	Alambre atar 1,3 mm	1,38	0,21	
U06DA010	0,010 kg	Puntas plana 20x100	2,50	0,03	
U04PQ001	0,080 L	Sika Desencofrante LN	1,84	0,15	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	20,00	1,20	
TOTAL PARTIDA.....					21,24
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS					
D04EF061	M3	HOR. LIMPIEZA HM-20/P/40/ IIa CENT. V. MAN. M3. Hormigón en masa HM-20/P/40/ IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40 mm. elaborado en central para limpieza relleno y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colo- cación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE-08.			
U01AA011	0,200 Hr	Peón suelto	12,75	2,55	
U04MA513	1,000 M3	Hormigón HM-20/P/40/ IIa central	74,20	74,20	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	76,80	4,61	
TOTAL PARTIDA.....					81,36
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y UN EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS					



CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE	CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D04GA107	M3	HORM. HA-30/P/25/ IV V. M. M3. Hormigón en masa para armar HA-30/P/25/IV N/mm2, con tamaño máximo del árido de 25mm., elaborado en central i/vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.				D08AT525	m²	ENRASTRELADO PRIMARIO 40x20 mm a 70 cms HORM. m². Enrastrelado primario en cubierta para formación de pendientes separado a ejes cada 1m con troncos redondos cepillados de 160 mm de diámetro y madera de abeto con corte 1/cara que a su vez apoya en los pilares de la cubierta., i/ p.p tacos de nivelación si fuera necesario, perfectamente enrasados y alineados.			
U01AA011	1,600 Hr	Peón suelto	12,75	20,40		U01AA009	0,030 Hr	Ayudante	13,09	0,39	
U04MA933	1,000 M3	Hormigón HA-30/P/25/ IV central	80,60	80,60		U01AA007	0,030 Hr	Oficial primera	13,79	0,41	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	101,00	6,06		U01AA011	0,015 Hr	Peón suelto	12,75	0,19	
TOTAL PARTIDA.....					107,06	U12AP514	1,000 ud	Taco tirafondo HPS-1 R 6/40*65 HILTI	0,60	0,60	
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SIETE EUROS con SEIS CÉNTIMOS						U07AE010	0,013 m³	Tablón pino 76x205 mm < 4 m	149,25	1,94	
D04PM210	m²	SOLERA HA-30 #150x150x10 20 cm m². Solera de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-30/B/20/IV N/mm²., tamaño máximo del árido 20 mm elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150x150x10 mm, incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE-08.				U07AE01011	0,200 ud	Tronco redondo cepillado 160 mm diámetros 6 m.	30,00	6,00	
U01AA007	0,200 Hr	Oficial primera	13,79	2,76		%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	9,50	0,57	
U01AA011	0,200 Hr	Peón suelto	12,75	2,55		TOTAL PARTIDA.....					10,10
U04MA933	0,200 M3	Hormigón HA-30/P/25/ IV central	80,60	16,12		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con DIEZ CÉNTIMOS					
U01FA201	0,015 Hr	Oficial 1ª ferralla	18,13	0,27		D08LD001	m²	CUB. PIZARRA S/MADERA m². Cubierta de pizarra, de mediana dificultad de trazado y ejecución, conformada con los siguientes elementos: faldón inclinado constituido por entarimado de tabla de 23 mm, canto liso, clavada sobre troncos de madera de abeto (no incluidos estos); cobertura de pizarra de 40x20 cm pico pala, calidad económica, fijada con puntas o ganchos clavados a la tarima, por hiladas paralelas al alero, i/p.p. piezas especiales, material de anclaje, formación de limas con acabado de zinc, plancha de zinc de 0.65 mm de espesor en limas, quiebros, cumbreras, laterales, etc., y cualquier tipo de medio auxiliares.			
U01FA204	0,015 Hr	Ayudante ferralla	17,37	0,26		U01FY105	0,230 Hr	Oficial 1ª fontanero	18,13	4,17	
U06AA001	0,020 kg	Alambre atar 1,3 mm	1,38	0,03		U01FY110	0,230 Hr	Ayudante fontanero	17,37	4,00	
U06HA025	1,200 m²	Mallazo electrosoldado 15x15 d=10	6,41	7,69		U01AA007	0,090 Hr	Oficial primera	13,79	1,24	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	29,70	1,78		U01AA011	0,090 Hr	Peón suelto	12,75	1,15	
TOTAL PARTIDA.....					31,46	U12AS010	1,020 m²	Tabla madera 23 mm pino gallego m-h	8,52	8,69	
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS						U12LG070	1,050 m²	Pizarra 40x20 Ojival/Pico, Eco (Samaca 28-44)	13,10	13,76	
D05DH002	m²	FORJADO UNIDIRECCIONAL 25+5, BOV CERÁMICA m². Forjado 25+5 cm, formado a base de viguetas de hormigón pretensado, separadas 1.20 cm entre ejes, bovedilla de hormigón de 25 cm de canto y capa de compresión de 5 cm de HA-30/B/20/IV N/mm², con tamaño máximo del árido de 20 mm, elaborado en central, con p.p. de zunchos, i/armadura con acero B-500 S en refuerzo de zona de negativos, conectores y mallazo de reparto, encofrado y desencofrado, totalmente terminado según EHE-08. (Peso propio 3.34 kg/m².).				U12AB610	0,400 kg	Puntas acero 17x70	3,45	1,38	
U01AA007	0,450 Hr	Oficial primera	13,79	6,21		U12QP010	0,250 m²	Lámina zinc natural 0,65 mm bobina	11,75	2,94	
U01AA011	0,450 Hr	Peón suelto	12,75	5,74		%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	37,30	2,24	
U01AA009	0,050 Hr	Ayudante	13,09	0,65		TOTAL PARTIDA.....					39,57
U08AA002	1,650 m	Semivigueta hormigón pretensado 12 cm 4/5 m	3,20	5,28		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
U08DA002	6,000 ud	Bovedilla cerámica 60x25x18	0,89	5,34		D10AA001	m²	TABIQUE LADRILLO HUECO SENCILLO C/CEMENTO m². Tabique de ladrillo hueco sencillo de 25x12x4 cm recibido con mortero de cemento y arena de río M5 según UNE-EN 998-2, i/ replanteo, roturas, humedecido de las piezas y limpieza.			
U04MA933	0,068 M3	Hormigón HA-30/P/25/ IV central	80,60	5,48		U01AA011	0,100 Hr	Peón suelto	12,75	1,28	
U06GJ001	3,360 Kg	Acero corrugado B 500-S prefor.	0,85	2,86		U10DG001	35,000 ud	Ladrillo hueco sencillo 25x12x4	0,06	2,10	
U07AI001	0,007 m³	Madera pino encofrar 26 mm	145,66	1,02		U01AA007	0,300 Hr	Oficial primera	13,79	4,14	
U06AA001	0,040 kg	Alambre atar 1,3 mm	1,38	0,06		U04CA001	0,002 Tm	Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel	108,20	0,22	
U06DA010	0,050 kg	Puntas plana 20x100	2,50	0,13		U04AA001	0,007 M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	0,16	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	32,80	1,97		U04PY001	0,002 M3	Agua	1,51	0,00	
TOTAL PARTIDA.....					34,74	U02LA201	0,006 Hr	Hormigonera 250 l.	1,32	0,01	
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS						%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	7,90	0,47	
D07DE230	m²	FÁB. LAD. C/VTA. 5 1/2 pie KLINKER BLANCO DUNKERQUE m². Fábrica de 1/2 pie de espesor de ladrillo cara vista Klinker color Blanco Dunkerque de 24X11,3X5,2 cm, color uniforme y con porcentaje de huecos inferior o igual al 38% según ficha técnica, sentado con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río M7,5 según UNE-EN 998-2, i/p.p. de replanteo, piezas especiales, roturas, aplomado, nivelado, llagueado y limpieza, cortes, remates, humedecido de piezas y colocación a restregón según CTE/ DB-SE-F.				TOTAL PARTIDA.....					8,38
U01AA007	1,000 Hr	Oficial primera	13,79	13,79		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS					
U01AA011	0,064 Hr	Peón suelto	12,75	0,82							
U10DC230	0,070 mud	Ladrillo Klinker Negro 24x11,3x5,2	303,05	21,21							
U04CA001	0,010 Tm	Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel	108,20	1,08							
U04AA001	0,039 M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	0,90							
U04PY001	0,010 M3	Agua	1,51	0,02							
U02LA201	0,400 Hr	Hormigonera 250 l.	1,32	0,53							
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	38,40	2,30							
TOTAL PARTIDA.....					40,65						
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS											



CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D20CA010	m²	<b>PUERTA PASO LISA PINTAR/LACAR</b> m². Puerta de paso ciega con hoja lisa formada por tablero para Pintar o Lacar, rebajado y con moldura, de medidas de hoja/s (625 / 725 / 825) x 2030 x 35 mm Precerco en madera de pino de 90x35 mm, cerco visto de 90x30 mm para pintar o lacar y tapajuntas de 70x10 para pintar o lacar igualmente. Con 4 pernios de latón, resbalón de petaca Tesa modelo 2005 ó similar y manivela con placa. Totalmente montada, incluso en p.p. de medios auxiliares. Criterio de medición: ancho (en hoja de 625 y 725 = 900 mm y en hoja de 825 = 1000 mm) x alto (2100 mm ó altura real).			
U01FV001	1,000 h	Oficial primera carpintería	18,13	18,13	
U19AA030	0,560 ud	Precerco pino 2ª 90x35 mm	13,60	7,62	
U19AD230	0,560 ud	Cerco pintar/lacar 90x30 mm	17,38	9,73	
U19IA010	0,560 ud	Puerta paso lisa pintar 35 mm	49,30	27,61	
U19QA010	5,650 m	Tapajuntas pino pintar 70x15	1,27	7,18	
U19XA010	0,560 ud	Pomo puerta paso latón c/resbalón TESA	12,60	7,06	
U19XI115	1,800 ud	Pemio latonado 9,5 cm	0,60	1,08	
U19XK510	5,000 ud	Tornillo acero 19/22 mm	0,03	0,15	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	78,60	4,72	
TOTAL PARTIDA.....					83,28
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y TRES EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS					
D21BA015	m²	<b>PUERTA/VENTANA ABATIBLE + PERSIANA &lt; 1,80 m²</b> m². Puerta o ventana en hojas abatibles de aluminio (para una superficie menor de 1,80 m²) modelo con rotura de puente térmico, Alfil A45RPT de SAPAGROUP con un ancho de marco de 45 mm y con un ancho de hoja de 52 mm, medida del frente de 96,3 mm,, con sistema de cámara europea, con espesor de perfil de 1,5 mm, con sistema de cierre por junta central de estanqueidad en EPDM, coplanar exteriormente y con resalte de hoja sobre el marco al interior, para un acristalamiento con altura de galce de 22 mm y anchura hasta 35 mm en marcos y 42 mm en hojas, anodizada (15 micras) o lacado (entre 60-100 micras) en color estándar (RAL estándar: blanco, gris...), mainel para persiana (ancho total de conjunto de carpintería+persiana 14mm), cajón compacto de PVC de 170/180 mm y persiana enrollable de aluminio térmico, herrajes de colgar, p.p. de cerradura Tesa o similar y costes indirectos. Homologada con Clase 4 en el ensayo de permeabilidad al aire según norma UNE-EN 1026:2000. La transmitancia máxima del marco es de 3,50 W/m² K y cumple en las zonas A, B, C y D, según el CTE/DB-HE 1.			
U01FX001	0,200 h	Oficial cerrajería	18,13	3,63	
U01FX003	0,300 h	Ayudante cerrajería	17,37	5,21	
U20BA005	1,000 m²	Carpintería abatible RPT MARCO/HOJA 45/52 mm ALFIL SAPA	232,30	232,30	
U20XC150	0,650 ud	Cerradura embutir palanca basculante Tesa 2230	36,00	23,40	
D21PF005	0,700 m	CAJÓN C/ PERSIANA COMPACTO 140/150 mm	77,91	54,54	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	319,10	19,15	
TOTAL PARTIDA.....					338,23
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS					
D21BA020	m²	<b>PUERTA/VENTANA ABATIBLE + PERSIANA &gt; 1,80 m²</b> m². Puerta o ventana en hojas abatibles de aluminio (para una superficie mayor de 1,80 m²) modelo con rotura de puente térmico, Alfil A45RPT de SAPAGROUP con un ancho de marco de 45 mm y con un ancho de hoja de 52 mm, medida del frente de 96,3 mm,, con sistema de cámara europea, con espesor de perfil de 1,5 mm, con sistema de cierre por junta central de estanqueidad en EPDM, coplanar exteriormente y con resalte de hoja sobre el marco al interior, para un acristalamiento con altura de galce de 22 mm y anchura hasta 35 mm en marcos y 42 mm en hojas, anodizada (15 micras) o lacado (entre 60-100 micras) en color estándar (RAL estándar: blanco, gris...), mainel para persiana (ancho total de conjunto de carpintería+persiana 14mm), cajón compacto de PVC de 170/180 mm y persiana enrollable de aluminio térmico, herrajes de colgar, p.p. de cerradura Tesa o similar y costes indirectos. Homologada con Clase 4 en el ensayo de permeabilidad al aire según norma UNE-EN 1026:2000. La transmitancia máxima del marco es de 3,50 W/m² K y cumple en las zonas A, B, C y D, según el CTE/DB-HE 1.			
U01FX001	0,200 h	Oficial cerrajería	18,13	3,63	
U01FX003	0,300 h	Ayudante cerrajería	17,37	5,21	
U20BA005	0,900 m²	Carpintería abatible RPT MARCO/HOJA 45/52 mm ALFIL SAPA	232,30	209,07	
U20XC150	0,650 ud	Cerradura embutir palanca basculante Tesa 2230	36,00	23,40	
D21PF005	0,800 m	CAJÓN C/ PERSIANA COMPACTO 140/150 mm	77,91	62,33	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	303,60	18,22	
TOTAL PARTIDA.....					321,86
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS VEINTIUN EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS					

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D21PF005	m	<b>CAJÓN C/ PERSIANA COMPACTO 140/150 mm</b> m. Cajón capitalzado para persiana fabricado en PVC, de 140/150 mm con tapa registrable de mismo material, incluso persiana de aluminio térmico, totalmente montado sobre ventana, incluso p.p. de medios auxiliares.			
U01FX001	0,200 h	Oficial cerrajería	18,13	3,63	
U01FX003	0,200 h	Ayudante cerrajería	17,37	3,47	
U20SF005	1,000 m	Cajón de PVC para compacto 140/150 mm	21,40	21,40	
U20SA155	1,000 m²	Persiana enrollable aluminio térmico	45,00	45,00	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	73,50	4,41	
TOTAL PARTIDA.....					77,91
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS					
D23AA205	M2	<b>PUERTA DE ACCESO</b> M2. Puerta de entrada realizada en tubo de alumnio de 5 m de ancho, según características indicadas en planos, corredera, y totalmente colocada, i/pp de costes indirectos.			
U01FX001	0,250 h	Oficial cerrajería	18,13	4,53	
U01FX003	0,250 h	Ayudante cerrajería	17,37	4,34	
U22AA520	5,000 M2	Puerta	85,50	427,50	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	436,40	26,18	
TOTAL PARTIDA.....					462,55
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
D23KE015	MI	<b>CERRAMIENTO MALLA GALV. ST 40/14 DE 2,00 M.</b> Ml. Cercado con enrejado metálico galvanizado en caliente de malla simple torsión, trama 40/14 de 2,00 m. de altura y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión, de 48 mm. de diámetro y tornapuntas de tubo de acero galvanizado de 32 mm. de diámetro, totalmente montada, i/recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4, tensores, grupillas y accesorios.			
U22KA005	0,300 Ud	Poste 200 cm. tubo acero galv.diam. 48	9,28	2,78	
U22KA055	0,080 Ud	Poste arranque acero galv. de 2,00 m.	11,32	0,91	
U22KE056	2,000 M2	Malla galv.s/torsión ST40/14-200	3,02	6,04	
A01JF004	0,008 M3	MORTERO CEMENTO (1/4) M 10	82,58	0,66	
U01AA007	0,400 Hr	Oficial primera	13,79	5,52	
U01AA009	0,400 Hr	Ayudante	13,09	5,24	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	21,20	1,27	
TOTAL PARTIDA.....					22,42
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS					
D23XN251	Ud	<b>EQUIPO MOTORIZ. PUERTA CORRED.</b> Ud. Equipo de motorización para puerta de cancela exterior de hoja de corredera, compuesto por equipo electro-mecánico monofásico de 0,3 CV, con armario metálico, detector de rayos infrarrojos de emergencia y radio control para apertura a distancia, totalmente instalado y en funcionamiento.			
U01AA007	8,000 Hr	Oficial primera	13,79	110,32	
U01AA009	4,000 Hr	Ayudante	13,09	52,36	
U22AE401	1,000 Ud	Equipo elec. puerta corredera	585,88	585,88	
U22XN151	1,000 Ud	Detector rayos infrarrojos	162,00	162,00	
U22XN101	1,000 Ud	Radio control a distancia	92,20	92,20	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	1.002,80	60,17	
TOTAL PARTIDA.....					1.062,93
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SESENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS					



ANEJO 18. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS



CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D25RW020	ud	<b>INST. FONTANERÍA ASEOS LAVABOS+INODOROS</b> ud. Instalación de fontanería para aseos dotados de lavabos e inodoros realizada con tuberías de polietileno reticulado (método Engel) para las redes de agua fría y caliente, utilizando el sistema Quick&Easy de derivaciones por té y con tuberías de PVC serie C para la red de desagüe con los diámetros necesarios para cada punto de consumo, con sifones individuales para los aparatos, incluso p.p. de bajante de PVC de diámetro 110 mm y manguetón de enlace para el inodoro, totalmente terminada según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua, sin incluir los aparatos sanitarios ni griferías. Todas las tomas de agua y desagües se entregarán con tapones.			
U01FY105	2,000 Hr	Oficial 1ª fontanero	18,13	36,26	
U24WA005	11,500 m	Tubo PEX 16x1,8 mm	1,26	14,49	
U24WA010	5,000 m	Tubo PEX 20x1,9 mm	1,52	7,60	
U24WJ010	2,000 ud	Llave de corte empotrar Q&E 20x20	11,59	23,18	
U24WD010	1,000 ud	T redonda plástico Q&E 20x16x20	5,09	5,09	
U24WD005	2,000 ud	T redonda plástico Q&E 20x16x16	4,53	9,06	
U24WD205	5,000 ud	Codo terminal plástico Q&E 16x1/2"	4,04	20,20	
U24WM005	10,000 ud	Anillo Q&E 16	0,42	4,20	
U24WM010	8,000 ud	Anillo Q&E 20	0,46	3,68	
U25AA001	1,700 m	Tubería PVC evacuación 32 mm UNE EN 1329	0,82	1,39	
U25AA002	1,700 m	Tubería PVC evacuación 40 mm UNE EN 1329	0,81	1,38	
U25XF025	1,000 ud	Bote sifónico PVC 110-40/50	8,08	8,08	
U25AA006	3,000 m	Tubería PVC evacuación 110 mm UNE EN 1329	2,82	8,46	
U25XC250	1,000 ud	Curva a 90° diámetro 110 mm	9,51	9,51	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	152,60	9,16	
TOTAL PARTIDA.....					161,74
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y UN EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
D26FF005	Ud	<b>LAVABO SOBRE ENC. FUEGO 49X39 BL.</b> Ud. Lavabo sobre encimera de Roca modelo Fuego de 49x39 cm. en blanco, con mezclador de lavabo modelo Targa de Roca ó similar, válvula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas y sifon individual de PVC 40 mm. y latiguillo flexible 20 cm., totalmente instalado.			
U01FY105	1,000 Hr	Oficial 1ª fontanero	18,13	18,13	
U27FF005	1,000 Ud	Lavabo sobre enc. Fuego 49x39 blan.	129,00	129,00	
U26GA166	1,000 ud	Mezclador para lavabo monomando Targa	91,60	91,60	
U26AG001	2,000 ud	Llave de escuadra 1/2" cromada c/mando	3,77	7,54	
U26XA001	2,000 ud	Latiguillo flexible de 20 cm	1,38	2,76	
U26XA011	1,000 ud	Florón cadenilla tapón	2,05	2,05	
U25XC101	1,000 ud	Válvula recta lavabo/bide c/tapa	2,38	2,38	
U25XC401	1,000 ud	Sifón tubular s/horizontal	3,74	3,74	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	257,20	15,43	
TOTAL PARTIDA.....					272,63
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS					
D26LA001	ud	<b>INODORO THE GAP TANQUE ALTO BLANCO</b> ud. Inodoro THE GAP o similar, modelo Victoria de tanque alto en blanco, con cisterna en plástico, mecanismo, tapa asiento en plástico, llave de escuadra 1/2" cromada, latiguillo flexible de 20 cm, empalme simple PVC de 110 mm, totalmente instalado.			
U01FY105	1,500 Hr	Oficial 1ª fontanero	18,13	27,20	
U27LA011	1,000 ud	Inodoro THE GAP tanque alto blanco	86,30	86,30	
U26XA001	1,000 ud	Latiguillo flexible de 20 cm	1,38	1,38	
U26AG001	1,000 ud	Llave de escuadra 1/2" cromada c/mando	3,77	3,77	
U27VX001	1,000 ud	Tapa inodoro Victoria plástico	18,80	18,80	
U27LA001	1,000 ud	Tanque alto plástico c/mecanismo	23,20	23,20	
U25DD005	1,000 ud	Manguito unión h-h PVC 90 mm	4,27	4,27	
U25AA005	0,700 m	Tubería PVC evacuación 90 mm UNE EN 1329	2,04	1,43	
U25AA002	1,500 m	Tubería PVC evacuación 40 mm UNE EN 1329	0,81	1,22	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	167,60	10,06	
TOTAL PARTIDA.....					177,63
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS					

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D26NA001	Ud	<b>URINARIO URITO CON FLUXOR</b> Ud. Urinario de Roca modelo Urito o similar con Fluxór modelo Aqualine de 1/2" ó similar, totalmente instalado.			
U01FY105	1,200 Hr	Oficial 1ª fontanero	18,13	21,76	
U27NA001	1,000 Ud	Urinario Urito	22,70	22,70	
U26GP201	1,000 Ud	Fluxor 1/2" urinario R. Aqualine	121,00	121,00	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	165,50	9,93	
TOTAL PARTIDA.....					175,39
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
D26SA163	ud	<b>CALENTADOR ELÉC. INSTANTÁNEO 11,5 L/min.</b> ud. Calentador eléctrico para el servicio de a.c.s. instantánea, modelo ED 21-2S, con alimentación trifásica a 380 V. Encendido por interruptor hidráulico. Potencia útil de 21 kW. Selector de temperatura de a.c.s. con dos posibilidades de potencia. Rango de caudal entre 4 L/min. y 11,5 L/min. Filtro en la entrada de agua fría. Limitador de seguridad de temperatura contra sobrecalentamiento. Presión mínima de 0,4 bar. presión máxima admisible de 10 bar. Dimensiones 472x236x139 mm, instalado con llave de escuadra de 1/2" cromada y latiguillo flexible de 20 cm, sin toma de corriente.			
U01FY105	1,500 Hr	Oficial 1ª fontanero	18,13	27,20	
U27SA163	1,000 ud	Termo eléctrico 11,5 L/min 21kW ED 21-2S	397,00	397,00	
U26AG001	1,000 ud	Llave de escuadra 1/2" cromada c/mando	3,77	3,77	
U26XA001	1,000 ud	Latiguillo flexible de 20 cm	1,38	1,38	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	429,40	25,76	
TOTAL PARTIDA.....					455,11
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con ONCE CÉNTIMOS					
D26VF60412A	UG	<b>GRIFERÍAS</b> Ud. Colocación de griferías monomando en duchas y lavabos modelo Lógica o similar, totalmente instaladas.			
U01FY105	0,300 Hr	Oficial 1ª fontanero	18,13	5,44	
U26GA021	1,000 ud	Mezclador lavabo Lógica cromado	75,00	75,00	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	80,40	4,82	
TOTAL PARTIDA.....					85,26
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y CINCO EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS					
D26VF605	Ud	<b>DOSIFICADOR UNIVERSAL 1 L.</b> Ud. Dosificador de jabón universal translucido de 1L de capacidad, en color blanco con visor transparente, i/ p.p de piezas de anclaje a soporte, totalmente colocado.			
U01FY110	0,100 Hr	Ayudante fontanero	17,37	1,74	
U27VL001	1,000 Ud	Dosificador jabon univ. 1 l.	19,23	19,23	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	21,00	1,26	
TOTAL PARTIDA.....					22,23
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS					
D26VF608	Ud	<b>PORTARROLLOS ROCA EMPOTRAR</b> Ud. Portarrollos de Roca para empotrar, instalado.			
U01FY105	0,150 Hr	Oficial 1ª fontanero	18,13	2,72	
U27VF605	1,000 Ud	Portarrollos Roca Doble empotrar	12,40	12,40	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	15,10	0,91	
TOTAL PARTIDA.....					16,03
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con TRES CÉNTIMOS					
D26XL020	Ud	<b>DISPENSADOR PAPEL TOALLA 250 M.</b> Ud. Dispensador de papel toalla plegado de 400 servicios, metálico con acabado epoxi en blanco, incluso p.p. de mecanismo de cierre, instalado.			
U01FY105	0,250 Hr	Oficial 1ª fontanero	18,13	4,53	
U27XL020	1,000 Ud	Dispensador papel toalla 400 ser.	27,50	27,50	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	32,00	1,92	
TOTAL PARTIDA.....					33,95
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS					





ANEJO 18. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D27EE220	MI	LÍN. GEN. ALIMENT. (SUBT.) 3x16 Cu Ml. Línea genaral de alimentacion, (subterranea), aislada de 3x16 mm2. de conductor de cobre bajo tubo de PVC, incluido tendido del conductor en su interior, así como p/p de tubo y terminales correspondientes. ITC-BT-14 y cumplira norma UNE-EN 21.123 parte 4 ó 5.			
U01FY630	0,150 Hr	Oficial primera electricista	13,79	2,07	
U01FY635	0,150 Hr	Ayudante electricista	13,09	1,96	
U30JW138	1,000 MI	Tubo PVC corrug.	3,94	3,94	
U30ER210	1,000 MI	Conductor 3x16 (Cu)	10,55	10,55	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	18,50	1,11	
TOTAL PARTIDA.....					19,63
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS					
D28EG405	Ud	BÁCULO 4 m. Y LUMINARIA 150 w. Ud. Base y soporte de luminaria con fuste de sección circular y luminaria de policarbonato de diámetro 550 mm, de potencia 150 W pintada. i/ placa de asiento, el sistema de fijación de luminarias mediante acero galvanizado por inmersión en caliente y pintado, fijación lateral mediante manguito 3/4"G en posición horizonta, portalámparas, anclaje a dado de hormigón, puesta a tierra, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.			
U31EG405	1,000 Ud	Báculo 4 m. Zona ajardinada	288,94	288,94	
U01AA007	1,000 Hr	Oficial primera	13,79	13,79	
U01AA009	1,000 Hr	Ayudante	13,09	13,09	
U01AA011	0,500 Hr	Peón suelto	12,75	6,38	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	322,20	19,33	
TOTAL PARTIDA.....					341,53
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS					
D32OG211DF	MI	REFUERZO DE CONDUCCIONES Ml. Refuerzo de conducciones de diámetro igual o menor a 650 mm con losa de hormigón en masa HM-25/P/20/I, elaborado en central de 30 cm de espesor, i/ cajeado, vibrado y arreglo de tierras ejecutado.			
U01AA007	0,025 Hr	Oficial primera	13,79	0,34	
U01AA011	0,025 Hr	Peón suelto	12,75	0,32	
U04MA703	0,300 M3	Hormigón HM-25/P/20/ Ila central	76,68	23,00	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	23,70	1,42	
TOTAL PARTIDA.....					25,08
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con OCHO CÉNTIMOS					
D36BE100	M3	EXCAV. EN ZANJA M3. Excavación en zanja en terreno compacto, con extracción de tierras a los bordes, incluyendo carga pero no transporte a vertedero.			
U02FK005	0,120 Hr	Retro-Pala excavadora	30,00	3,60	
U01AA011	0,120 Hr	Peón suelto	12,75	1,53	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	5,10	0,31	
TOTAL PARTIDA.....					5,44
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
D36DQ205	M2	PAVIM. PIZARRA M2. Pavimento de pizarra de forma irregular y grueso de 3/5 cm., sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2. Tmáx. 40 mm. y 10 cm. de espesor, i/enlechado y limpieza.			
U01AA501	0,500 Hr	Cuadrilla A	33,26	16,63	
A01JF006	0,050 M3	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5	76,70	3,84	
A02AA510	0,100 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	109,06	10,91	
U37FK201	1,000 M2	Losa pizarra	9,02	9,02	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	40,40	2,42	
TOTAL PARTIDA.....					42,82
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS					

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D36OC055	MI	TUBERÍA PVC D=50 mm Ml. Tubería de PVC junta elástica de D=50 mm., incluso p/p de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm..y terminación de re-lleno con tierra procedente de excavación, incluyendo zanja o sujecciones necesarias para su total colocación, así como parte proporcional de costes indirectos.			
U01AA007	0,100 Hr	Oficial primera	13,79	1,38	
U01AA011	0,100 Hr	Peón suelto	12,75	1,28	
U04AA001	0,210 M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	4,83	
U37OC055	1,000 MI	Tub.PVC 50mm	0,99	0,99	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	8,50	0,51	
TOTAL PARTIDA.....					8,99
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
D36OC057	MI	TUBERÍA PVC D=75 mm Ml. Tubería de PVC de D=75 mm., incluso p/p de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., terminación de relleno con tierra procedente de excavación así como parte proporcional de costes indirectos, incluso piezas especiales y sujeccio-nes si fuesen necesaria para su correcta colocación.			
U01AA007	0,150 Hr	Oficial primera	13,79	2,07	
U01AA011	0,150 Hr	Peón suelto	12,75	1,91	
U04AA001	0,210 M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	4,83	
U37OC057	1,000 MI	Tub.PVC 75mm., 6Atm.	1,36	1,36	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	10,20	0,61	
TOTAL PARTIDA.....					10,78
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
D36OE005	MI	TUBERÍA FUNDICIÓN D=100 mm. Ml. Tubería de fundición dúctil de D=100 mm., con junta Standar, incluso p.p. de piezas especiales, junta, exca-vación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, incluyendo zanja o sujecciones necesarias para su to-tal colocación, así como parte proporcional de costes indirectos.			
U01AA501	0,100 Hr	Cuadrilla A	33,26	3,33	
U37OE001	0,010 Hr	Grua automovil	24,05	0,24	
U04AA001	0,210 M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	4,83	
U05AE000	1,000 MI	Tub. Super Metallit D=100mm.	18,96	18,96	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	27,40	1,64	
TOTAL PARTIDA.....					29,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE EUROS					
D36OE010	MI	TUBERÍA FUNDICIÓN D=50 mm. Ml. Tubería de fundición dúctil de D=50 mm., con junta Standar, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excava-ción, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y ter-minación de relleno con tierra procedente de excavación, incluyendo zanja o sujecciones necesarias para su total colocación, así como parte proporcional de costes indirectos.			
U01AA501	0,100 Hr	Cuadrilla A	33,26	3,33	
U37OE001	0,030 Hr	Grua automovil	24,05	0,72	
U04AA001	0,210 M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	4,83	
U37OE110	1,000 MI	Tub.Fundición ductil D=50 m.	12,50	12,50	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	21,40	1,28	
TOTAL PARTIDA.....					22,66
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS					



ANEJO 18. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D36OG035	MI	<b>TUBERÍA ALUMINIO DN=150 mm</b> Ml. Tubería de aluminio D=150 mm. incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, incluso, anclajes, sujecciones, y todos aquellos elementos necesarios para su total colocación.			
U01AA007	0,250 Hr	Oficial primera	13,79	3,45	
U01AA009	0,250 Hr	Ayudante	13,09	3,27	
U04AA001	0,210 M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	4,83	
U37OG035	1,050 MI	Tub.aluminio DN150	3,91	4,11	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	15,70	0,94	
TOTAL PARTIDA.....					16,60
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS					
D36OG535	MI	<b>TUBERÍA POLIETILENO AD 90/10 ATM PARA ABASTECIMEINTO</b> Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=90 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 10 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno con cama de arena, y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada.			
U01AA007	0,250 Hr	Oficial primera	13,79	3,45	
U01AA009	0,250 Hr	Ayudante	13,09	3,27	
U04AA001	0,210 M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	4,83	
U37OG535	1,050 MI	Tub.Polietil.AD90/10Atm	4,27	4,48	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	16,00	0,96	
TOTAL PARTIDA.....					16,99
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
D36RE005	Ud	<b>REJAS MANUALES</b> Ud. Rejas de limpieza manual de barros de 120 mm de ancho e inclinación 80°. Separación entre barros 50mm. Totalmente colocada i/p.p. de costes indirectos.			
U01AA502	3,000 Hr	Cuadrilla B	34,12	102,36	
U37PA501	1,000 Ud	Rejas manuales	453,00	453,00	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	555,40	33,32	
TOTAL PARTIDA.....					588,68
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
D36RE100	Ud	<b>TAMIZ ESTÁTICO</b> Ud. Tamiz estático i/ p.p. de costes indirectos, anclajes y accesorios, colocado y probado.			
U01AA501	5,000 Hr	Cuadrilla A	33,26	166,30	
U37RE100	1,000 Ud	Tamiz estático	4.905,60	4.905,60	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	5.071,90	304,31	
TOTAL PARTIDA.....					5.376,21
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL TRESCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS					
D36RE1001	Ud	<b>EQUIPO DESARENADOR</b> Ud. Equipo para desarenador desengrasador compuesto de soplantes y bomba de extracción de arenas i/ p.p. de costes indirectos, anclajes y accesorios, colocado y probado.			
U01AA501	5,000 Hr	Cuadrilla A	33,26	166,30	
U37RE1001	1,000 Ud	Conjunto soplantes	428,30	428,30	
UR3RE1002	1,000 Ud	Equipo extracción de arenas	525,62	525,62	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	1.120,20	67,21	
TOTAL PARTIDA.....					1.187,43
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO OCHENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS					

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D36RE1002	Ud	<b>EQUIPO DECANTADOR PRIMARIO</b> Ud. Equipo de bomba para extracción de fangos del decantador primario, i/p.p. de costes indirectos, y la total colocación del sistema.			
U01AA501	1,000 Hr	Cuadrilla A	33,26	33,26	
U37RE2001	1,000 Ud	Bomba extracción de fangos	658,30	658,30	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	691,60	41,50	
TOTAL PARTIDA.....					733,06
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con SEIS CÉNTIMOS					
D36RE1003	Ud	<b>EQUIPO REACTOR BIOLÓGICO BIODISCOS</b> Ud. Equipo para reactor biológico mediante biodiscos, compuesto por eje metálico de dimensiones indicadas en los planos y cilindros de difetente densidad. Incluyendo material complementario, placas de vertedero, accesorios y accionamiento por motoreductor, así como p.p de costes indirectos.			
U01AA501	1,000 Hr	Cuadrilla A	33,26	33,26	
U37RE2003	1,000 Ud	Reactor biológico biodiscos	4.320,50	4.320,50	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	4.353,80	261,23	
TOTAL PARTIDA.....					4.614,99
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL SEISCIENTOS CATORCE EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
D36RE1004	Ud	<b>EQUIPO DE DECANTADOR SECUNDARIO</b> Ud. Equipo de extracción de fangos, formada por bomba tipo flygt ADBP o similar, con caudal para 10 l/min, totalmente colocada, i/ p.p. de costes indirectos, anclajes, y accesorios.			
U01AA501	1,000 Hr	Cuadrilla A	33,26	33,26	
U37RE20013	1,000 Ud	Bombas de extracción de fangos	695,52	695,52	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	728,80	43,73	
TOTAL PARTIDA.....					772,51
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS					
D36RE1005	Ud	<b>DESINFECCIÓN ULTRAVIOLETA</b> Ud. Equipo de desinfección mediante lámparas ultravioleta, modelo standar 20 de Lamik o similar, i/ p.p. de costes indirectos, accesorios necesarios para su correcto funcionamiento y la total colocación.			
U01AA501	1,000 Hr	Cuadrilla A	33,26	33,26	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	33,30	2,00	
U37RE20014	1,000 Ud	Equipo de desinfección ultravioleta	6.257,00	6.257,00	
TOTAL PARTIDA.....					6.292,26
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS					
D36RE1006	Ud	<b>BOMBAS A DESHIDRATACIÓN</b> Ud. Bomba centrífuga para fangos espesados a filtros banda, i/ p.p. de costes indirectos, anclajes y accesorios. Totalmente colocada.			
U01AA501	1,000 Hr	Cuadrilla A	33,26	33,26	
U37RE20015	1,000 Ud	Bomba centrífuga	460,30	460,30	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	493,60	29,62	
TOTAL PARTIDA.....					523,18
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS VEINTITRES EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS					





ANEJO 18. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D36RE1007		Ud	<b>EQUIPO DE DESHIDRATACIÓN FILTROS BANDA</b> Ud. Equipo de deshidratación mediante filtros banda, formado por un filtro de ancho de banda 0.5 m, totalmemente colocado, i/ p.p. de costes indirectos			
U01AA501	1,000	Hr	Cuadrilla A	33,26	33,26	
U37RE20016	1,000	Ud	Equipo de filtros banda	5.540,00	5.540,00	
%CI	6,000	%	Costes indirectos.(s/total)	5.573,30	334,40	
TOTAL PARTIDA.....						5.907,66
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL NOVECIENTOS SIETE EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS						
D36RE200		Ud	<b>BOMBAS POZO DE GRUESOS</b> Ud. Bomba sumergible para bombeo de aguas residuales, incluso accesorios, colocada y totalmente instalada.			
U01AA501	1,000	Hr	Cuadrilla A	33,26	33,26	
U37RE200	1,000	Ud	Bomba sumergible	354,50	354,50	
%CI	6,000	%	Costes indirectos.(s/total)	387,80	23,27	
TOTAL PARTIDA.....						411,03
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS ONCE EUROS con TRES CÉNTIMOS						
D36UA010		Ud	<b>POZO DE REGISTRO D-1m PROF.&gt;2 m.</b> Ud. Pozo de registro visitable, de 1m. de diámetro de entre 2 y 5 metros de profundidad, formado por solera de hormigón HM-20 N/mm2, de 20cm. de espesor, con canaleta de fondo, fabrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor, enfoscado y bruñido por el interior, pates de polipropileno, cerco y tapa de hormigón armado HM-25 N/mm2, i/excavación por medios mecánicos en terreno flojo y medidas de seguridad, según CTE/DB-HS 5.			
U01AA015	0,150	Hr	Maquinista o conductor	13,79	2,07	
U01AA007	7,000	Hr	Oficial primera	13,79	96,53	
U01AA009	7,000	Hr	Ayudante	13,09	91,63	
U05DC023	8,000	Ud	Pate poliprop.25x32,D=30	6,04	48,32	
U06GD010	0,400	Kg	Acero corrugado elaborado y colocado	0,87	0,35	
U04MA710	1,300	M3	Hormigón HM-25/P/40/ I central	75,68	98,38	
U04CA001	0,500	Tm	Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel	108,20	54,10	
U04AA001	0,500	M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	11,50	
U04PY001	0,100	M3	Agua	1,51	0,15	
U02LA201	0,150	Hr	Hormigonera 250 l.	1,32	0,20	
U02FK005	0,150	Hr	Retro-Pala excavadora	30,00	4,50	
%CI	6,000	%	Costes indirectos.(s/total)	407,70	24,46	
TOTAL PARTIDA.....						432,19
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y DOS EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS						
D36UJ005		Ud	<b>CÁMARA DE DESCARGA AUTOMÁTICA</b> Ud. Cámara de 500 litros de capacidad con sifón de descarga automática, para limpieza de la red de saneamiento.			
U01AA501	3,000	Hr	Cuadrilla A	33,26	99,78	
A02AA510	1,250	M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	109,06	136,33	
U37UJ005	4,080	M2	Encofrado y desencofrado	10,25	41,82	
U05DC020	2,000	Ud	Pate 16x33 cm. D=2,5 mm.	8,68	17,36	
U04AA001	0,100	M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	2,30	
U05DC010	1,000	Ud	Tapa hormigón D=625 cm.	40,26	40,26	
U37UJ400	1,000	Ud	Sifón de descarga automática	114,53	114,53	
%CI	6,000	%	Costes indirectos.(s/total)	452,40	27,14	
TOTAL PARTIDA.....						479,52
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS						

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D36ZC150		MI	<b>P.A. INSTALAC. ELECTRICA EDIFICIO</b> P.A. Para la realización de instalción electrica en el interior del edificio.			
U01AA007	60,000	Hr	Oficial primera	13,79	827,40	
U01AA011	60,000	Hr	Peón suelto	12,75	765,00	
%CI	6,000	%	Costes indirectos.(s/total)	1.592,40	95,54	
TOTAL PARTIDA.....						1.687,94
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS						
D36ZT415		Ud	<b>CENTRO TRANS. ENTER. 2x400 Kvas.</b> Ud. Centro de transformación prefabricado de hormigón para ubicación enterrada, equipado con un transformador en baño de aceite de 2x400 Kvas, elementos de protección y maniobra, instalación interior.			
U37YT415	1,000	Ud	Centro Transf. 2x400 Kvas enterrado	44.698,00	44.698,00	
U01AA007	0,100	Hr	Oficial primera	13,79	1,38	
U01AA009	0,100	Hr	Ayudante	13,09	1,31	
U01AA011	0,100	Hr	Peón suelto	12,75	1,28	
U37OE001	3,000	Hr	Grua automovil	24,05	72,15	
%CI	6,000	%	Costes indirectos.(s/total)	44.774,10	2.686,45	
TOTAL PARTIDA.....						47.460,57
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS SESENTA EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS						
D38AP018		M3	<b>EXCAVACIONES</b> M3. Excavación en zonas de desmonte, de terreno compacto por medios mecánicos incluso carga y transporte a verterdero o lugar de empleo.			
U01AA006	0,010	Hr	Capataz	14,08	0,14	
U01AA011	0,010	Hr	Peón suelto	12,75	0,13	
U02FK005	0,050	Hr	Retro-Pala excavadora	30,00	1,50	
U39AH025	0,200	Hr	Camión bañera 200 cv	26,00	5,20	
%CI	6,000	%	Costes indirectos.(s/total)	7,00	0,42	
TOTAL PARTIDA.....						7,39
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS						
D38AR015		M3	<b>TERRAPLEN PROCEDENTE EXCAVACIÓN</b> M3. Terraplén procedente de excavación incluso extensión, humectación y compactación hasta el 95% P.M. utilizando rodillo vibratorio.			
U01AA006	0,010	Hr	Capataz	14,08	0,14	
U01AA011	0,035	Hr	Peón suelto	12,75	0,45	
U39AD002	0,010	Hr	Motoniveladora 130 cv	30,00	0,30	
U39AL005	0,010	Hr	Camión cisterna/agua 140 cv	18,00	0,18	
U39AC006	0,040	Hr	Compactador neumát.autp. 60cv	15,00	0,60	
%CI	6,000	%	Costes indirectos.(s/total)	1,70	0,10	
TOTAL PARTIDA.....						1,77
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS						



ANEJO 18. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS



CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D38EC575	M3	HORMIGÓN HA-25 ALZADOS ENCOFR.			
		M3. Hormigón HA-25/P/40IIA para fabricación de elementos de la EDAR, i/ armadura, encofrado, vibrado y colocado.			
U01AA007	0,750 Hr	Oficial primera	13,79	10,34	
U01AA011	1,100 Hr	Peón suelto	12,75	14,03	
U04MA510	1,000 M3	Hormigón HM-20/P/40/ I central	73,20	73,20	
U39IA005	0,125 M3	Madera escuadrada	102,68	12,84	
U39AK001	0,070 Hr	Central hormigonado 20/30 M3	32,00	2,24	
U39AJ001	0,150 Hr	Camión hormigonera 6 M/3	24,00	3,60	
U39AN008	0,080 Hr	Bomba para hormigonar	52,60	4,21	
U39AZ001	0,400 Hr	Vibrador de aguja	1,90	0,76	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	121,20	7,27	
TOTAL PARTIDA.....					128,49
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTIOCHO EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
D38GA015	M3	ZAHORRA NATURAL			
		M3. Zahorra natural, incluso extensión y compactación en formación de subbases.			
U01AA006	0,005 Hr	Capataz	14,08	0,07	
U01AA011	0,050 Hr	Peón suelto	12,75	0,64	
U39CE001	1,150 M3	Zahorra natural	6,90	7,94	
U39AI012	0,010 Hr	Equipo extend.base,sub-bases	42,00	0,42	
U39AH025	0,060 Hr	Camión bañera 200 cv	26,00	1,56	
U39AC006	0,020 Hr	Compactador neumát.autp. 60cv	15,00	0,30	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	10,90	0,65	
TOTAL PARTIDA.....					11,58
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
D38GA115	M3	ZAHORRA ARTIFICIAL			
		M3. Zahorra artificial, incluso extensión y compactación en formación de bases.			
U01AA006	0,005 Hr	Capataz	14,08	0,07	
U01AA011	0,050 Hr	Peón suelto	12,75	0,64	
U39CE002	1,150 M3	Zahorra artificial	14,00	16,10	
U39AI012	0,010 Hr	Equipo extend.base,sub-bases	42,00	0,42	
U39AH025	0,060 Hr	Camión bañera 200 cv	26,00	1,56	
U39AC006	0,020 Hr	Compactador neumát.autp. 60cv	15,00	0,30	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	19,10	1,15	
TOTAL PARTIDA.....					20,24
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS					
D38GG230	M2	EMULSIÓN ECL-I IMPRIMACIÓN			
		M2. Emulsión tipo ECL-1 en riego de imprimación. i/ barrido y preparación de la superficie.			
U01AA006	0,001 Hr	Capataz	14,08	0,01	
U01AA011	0,001 Hr	Peón suelto	12,75	0,01	
U39AM005	0,001 Hr	Camión bituminador 130 cv	26,00	0,03	
U39AG005	0,001 Hr	Barredora autopropulsada	14,00	0,01	
U39DE005	0,001 Tm	Ligante emulsión ECL-1	175,00	0,18	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	0,20	0,01	
TOTAL PARTIDA.....					0,25
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS					

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D38GH001	M2	REPOSICIÓN DE FIRMES			
		M2. Reposición de firmes en calzada de aglomerado asfáltico formado por: 20 cm de zahorra natural, 20 cm de zahorra artificial, riego de imprimación con emulsión ECL-I y 5 cm de MBC D-12, i/p.p. de betún asfáltico 60/70 y filler de aportación incluso extendido y compactado de cada capa, totalmente terminada.			
D38GA015	0,200 M3	ZAHORRA NATURAL	11,58	2,32	
D38GA115	0,200 M3	ZAHORRA ARTIFICIAL	20,24	4,05	
D38GJ015	0,070 Tm	BETÚN ASFÁLTICO 60/70	321,18	22,48	
D38GJ115	0,080 Tm	FILLER CEMENTO	114,69	9,18	
D38GG230	1,000 M2	EMULSIÓN ECL-I IMPRIMACIÓN	0,25	0,25	
U39AH025	0,200 Hr	Camión bañera 200 cv	26,00	5,20	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	43,50	2,61	
TOTAL PARTIDA.....					46,09
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SEIS EUROS con NUEVE CÉNTIMOS					
D38GJ015	Tm	BETÚN ASFÁLTICO 60/70			
		Tm. Betún asfáltico B 60/70 a emplear en mezclas asfálticas.			
U39DA002	1,000 Tm	Betún asfáltico B 60/70	303,00	303,00	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	303,00	18,18	
TOTAL PARTIDA.....					321,18
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS VEINTIUN EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS					
D38GJ115	Tm	FILLER CEMENTO			
		Tm. Cemento P-350 a emplear en mezclas asfálticas.			
U04CA001	1,000 Tm	Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel	108,20	108,20	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	108,20	6,49	
TOTAL PARTIDA.....					114,69
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CATORCE EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
D39IA3513	Ud	PLANTACIÓN DE ROBLES			
		Ud. Suministro, apertura de hoyo, plantación y primer riego de Robles de 1.50 a 1.75 metros de altura con cepe-llón en container.			
U01FR009	0,250 Hr	Oficial segunda Jardinero	13,50	3,38	
U01FR013	0,500 Hr	Peón ordinario jardinero	12,75	6,38	
U04PY001	0,100 M3	Agua	1,51	0,15	
U40GA0183	1,000 Ud	Jacaranda contendor15 l	75,00	75,00	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	84,90	5,09	
TOTAL PARTIDA.....					90,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA EUROS					
D39QA401	M2	PRADERA RÚSTICA SEMILLADA			
		M2. Pradera rústica sembrada con mezcla de Lolium perenne y Festuca aundinacea, incluso preparación del terreno, mantillo, siembra y riegos hasta la primera siega.			
U01FR009	0,090 Hr	Oficial segunda Jardinero	13,50	1,22	
U01FR013	0,100 Hr	Peón ordinario jardinero	12,75	1,28	
U04PY001	0,150 M3	Agua	1,51	0,23	
U40MA610	0,045 Kg	Semilla pradera rústica.	3,53	0,16	
U40BD005	0,005 M3	Mantillo	21,02	0,11	
%CI	6,000 %	Costes indirectos.(s/total)	3,00	0,18	
TOTAL PARTIDA.....					3,18
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS					



8.- PRECIOS AUXILIARES

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
A01JF004	M3	MORTERO CEMENTO (1/4) M 10 M3. Mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río M 10 con una resistencia a compresión de 10 N/mm2 según norma UNE-EN 998-2, confeccionado con hormigonera de 250 l. (Dosificación 1/4)			
U01AA011	1,820 Hr	Peón suelto	12,75	23,21	
U04CA001	0,300 Tm	Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel	108,20	32,46	
U04AA001	1,100 M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	25,30	
U04PY001	0,260 M3	Agua	1,51	0,39	
A03LA005	0,650 Hr	HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.	1,87	1,22	
TOTAL PARTIDA.....					82,58
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
A01JF006	M3	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5 M3. Mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río M 5 con una resistencia a compresión de 5 N/mm2 según norma UNE-EN 998-2, confeccionado con hormigonera de 250 l. (Dosificación 1/6)			
U01AA011	1,820 Hr	Peón suelto	12,75	23,21	
U04CA001	0,250 Tm	Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel	108,20	27,05	
U04AA001	1,100 M3	Arena de río (0-5mm)	23,00	25,30	
U04PY001	0,255 M3	Agua	1,51	0,39	
A03LA005	0,400 Hr	HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.	1,87	0,75	
TOTAL PARTIDA.....					76,70
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y SEIS EUROS con SETENTA CÉNTIMOS					
A02AA510	M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra M3. Hormigón en masa de resistencia HNE-20 N/mm2 según EHE-08, con cemento CEM II/A-P 32,5 R, arena de río y árido rodado tamaño máximo 40 mm. confeccionado con hormigonera de 250 l., para vibrar y consistencia plástica.			
U01AA011	1,780 Hr	Peón suelto	12,75	22,70	
U04CA001	0,365 Tm	Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel	108,20	39,49	
U04AA101	0,660 Tm	Arena de río (0-5mm)	15,33	10,12	
U04AF150	1,320 Tm	Garbancillo 20/40 mm.	26,95	35,57	
U04PY001	0,160 M3	Agua	1,51	0,24	
A03LA005	0,500 Hr	HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L.	1,87	0,94	
TOTAL PARTIDA.....					109,06
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NUEVE EUROS con SEIS CÉNTIMOS					
A03CF010	Hr	RETROPALA S/NEUMÁ. ARTIC 102 CV Hr. Retropla excavadora sobre neumáticos con una potencia de 102 CV (70Kw) y una capacidad de cazo de 1.020 Lts, con un peso total de 7.450 Kg, de la casa FAI ó similar, con una capacidad de elevación a máxima altura de 3.100 Kg, una fuerza de arranque de 6.800 kg, anchura de cazo 2.150 mm, profundidad máxima de excavación standard 4.100 mm, altura de vuelco 3.130 mm, máxima altura de excavación 5.100 mm, fuerza de arranque en cazo de 4.500 Kg, motor Perkins de 4 cilindros con transmisión a las cuatro ruedas, i/ colocación y retirada del lugar de las obras.			
U02FK005	1,000 Hr	Retro-Pala excavadora	30,00	30,00	
U%10	10,000 %	Amortización y otros gastos	30,00	3,00	
U01AA015	1,000 Hr	Maquinista o conductor	13,79	13,79	
U02SW001	12,000 Lt	Gasóleo A	0,88	10,56	
TOTAL PARTIDA.....					57,35
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS					

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
A03LA005	Hr	HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L. Hr. Hormigonera eléctrica de 250 Lts con un motor eléctrico de 3CV, con bastidor y cabina de acero, pala mezcladoras, adecuadas para asegurar una mezcla rápida y homogénea, mecanismos protegidos herméticamente, con un peso en vacío de 290Kg y un rendimiento aproximado de 3,4m3.			
U02LA201	1,000 Hr	Hormigonera 250 l.	1,32	1,32	
U%10	10,000 %	Amortización y otros gastos	1,30	0,13	
U02SW005	3,500 Ud	Kilowatio	0,12	0,42	
TOTAL PARTIDA.....					1,87
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
U01AA501	Hr	Cuadrilla A Hr. Cuadrilla A de albañilería, cuantificando para su formación 1,00 h de Oficial de primera, 1,00 h de Ayudante y 0,50 h de Peón suelo.			
U01AA007	1,000 Hr	Oficial primera	13,79	13,79	
U01AA009	1,000 Hr	Ayudante	13,09	13,09	
U01AA011	0,500 Hr	Peón suelto	12,75	6,38	
TOTAL PARTIDA.....					33,26
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS					
U01AA502	Hr	Cuadrilla B Hr. Cuadrilla B de albañilería, cuantificando para su formación 1,00 h de Oficial de segunda, 1,00 h de Peón especializado y 0,50 h de Peón suelo.			
U01AA008	1,000 Hr	Oficial segunda	14,73	14,73	
U01AA010	1,000 Hr	Peón especializado	13,01	13,01	
U01AA011	0,500 Hr	Peón suelto	12,75	6,38	
TOTAL PARTIDA.....					34,12
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con DOCE CÉNTIMOS					



## ANEJO 19. PLAN DE OBRA





## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	PLAN DE OBRA.....	3



## 1. INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene como objeto dar cumplimiento al Reglamento General de Contratación de obras del Estado, Decreto 3.410/1.975 de 25 de Noviembre. En dicho Decreto se indica que el Proyecto indicará los plazos de ejecución de las unidades de obras más importantes. Ésto se recoge en el diagrama de barras que se adjunta y forma el Plan de Obra orientativo.

El contratista está obligado a presentar en un plazo inferior a quince (15) días después de la fecha de adjudicación un plan de obra o programa de trabajo en el que se especifiquen los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras, compatible con las anualidades fijadas en el plazo total.

## 2. PLAN DE OBRA

MES  SEMANA	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				PEM				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	€								
C.1 RED DE SANEAMIENTO																																													725.443,96				
C.2 EDAR																																																	285.959,72
2.1 OPERACIONES PREVIAS																																																	9.055,73
2.2 EDIFICIO																																																	93.585,79
2.2.1 CIMENTACIÓN Y SOLERA																																																	18.534,45
2.2.2 PILARES																																																	7.635,74
2.2.3 VIGAS																																																	3.438,18
2.2.4 FORJADO																																																	8.764,90
2.2.5 CUBIERTA																																																	12.566,51
2.2.6 CERRAMIENTOS Y CARPINTERÍA																																																	28.199,21
2.2.7 PARTICIONES Y REVESTIMIENTOS INTERIORES																																																	801,97
2.2.8 FONTANERÍA																																																	2.344,83
2.2.9 INSTACIÓN ELÉCTRICA Y DE TELECOMUNICACIONES																																																	11.300,00
2.3 ELEMENTOS EDAR																																																	14.282,42
2.4 ELEMENTOS ELECTRO-MECÁNICOS																																																	32.717,43
2.5 CONDUCCIONES																																																	8.660,90
2.6 INSTALACIONES																																																	59.079,62
2.7 URBANIZACIÓN																																																	68.577,83
C.3 LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS																																																	6.000,00
C.5 GESTIÓN DE RESIDUOS																																																	2.348,38
C.6 SEGURIDAD Y SALUD																																																	36.523,05
TOTAL																																														1.056.275,11			



## ANEJO 20. REVISIÓN DE PRECIOS



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS.....	3





## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 55/2017, de 3 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 2/2015, de 30 de marzo, de desindexación de la economía española.

De acuerdo con lo estipulado en Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se trasponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, la revisión de precios solo se lleva a cabo cuando concurren las siguientes circunstancias:

- Se haya ejecutado el 20% del importe del contrato.
- Haya transcurrido un año desde la adjudicación.

De tal manera que ni el porcentaje del 20%, ni el primer año de ejecución, contando desde dicha adjudicación, pueden ser objeto de revisión.

## 2. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

La fórmula de revisión de precios de los contratos de obra se determina en función del grupo de obra al que pertenezca el proyecto, que según el Real Decreto 1359/2011, se dividen en: Obras de carreteras, obras ferroviarias, obras portuarias, obras aeroportuarias, obras hidráulicas, obras de costas, obras forestales y de montes, obras de edificación y suministro de aeronaves.

A partir de las características del presente proyecto, se puede concluir que este, pertenece al **grupo 5. Obras hidráulicas**, y la fórmula es la:

**FÓRMULA 561.** Alto contenido en siderurgia, cemento y rocas y áridos. Tipologías más representativas: Instalaciones y conducciones de abastecimiento y saneamiento.

De este modo, la fórmula aplicable a posibles revisiones de precios será la siguiente:

$$K_t = \frac{0.10 \cdot C_t}{C_0} + \frac{0.05 \cdot E_t}{E_0} + \frac{0.02 \cdot P_t}{P_0} + \frac{0.08 \cdot R_t}{R_0} + \frac{0.28 \cdot S_t}{S_0} + \frac{0.01 \cdot T_t}{T_0} + 0.46$$

El significado de los coeficientes utilizados en la fórmula tipo a utilizar son los siguientes:

- $K_t$ : Coeficiente teórico de revisión para el mes que corresponde al periodo de ejecución del contrato cuyo importe es objeto de revisión
- $C_0$ : Índice de coste del cemento en la fecha de la licitación

- $C_t$ : Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución  $t$
- $E_0$ : Índice de coste de la energía en la fecha de la licitación
- $E_t$ : Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución  $t$
- $P_0$ : Índice de coste de los productos plásticos en la fecha de la licitación
- $P_t$ : Índice de coste de los productos plásticos en el momento de la ejecución  $t$
- $R_0$ : Índice de coste de los áridos y rocas en la fecha de la licitación
- $R_t$ : Índice de coste de los áridos y rocas en el momento de la ejecución  $t$
- $S_0$ : Índice de coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de la licitación
- $S_t$ : Índice de coste de los materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución  $t$
- $T_0$ : Índice de coste de los materiales electrónicos en la fecha de la licitación
- $T_t$ : Índice de coste de los materiales electrónicos en el momento de la ejecución  $t$

Los materiales básicos a incluir con carácter general en las fórmulas de revisión de precios de los contratos sujetos a dicha forma de revisión y los símbolos que representan sus respectivos índices de precios en dichas fórmulas, serán los siguientes:

CÓDIGO	MATERIAL
A	Aluminio.
B	Materiales bituminosos.
C	Cemento.
E	Energía.
F	Focos y luminarias.
L	Materiales cerámicos.
M	Madera.
O	Plantas.
P	Productos plásticos.
Q	Productos químicos.
R	Áridos y rocas.
S	Materiales siderúrgicos.
T	Materiales electrónicos.
U	Cobre.
V	Vidrio.
X	Materiales explosivos.



## ANEJO 21. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL .....	3
3.	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN .....	3
4.	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN MÁS IVA.....	3



1. INTRODUCCIÓN

Según la legislación vigente, el Presupuesto Base de Licitación se obtiene mediante la suma de las siguientes partidas:

- Presupuesto de ejecución material.
- Gastos Generales (13%)
- Beneficio industrial (6%)

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración se obtiene mediante la suma de las siguientes partidas:

- Presupuesto Base de Licitación.
- Presupuesto de Expropiaciones e Indemnizaciones.
- Valoración de Ensayos (siempre que superen el 1% del valor de la obra).
- Partida de Trabajos de Conservación del Patrimonio Histórico Español.

2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

De la aplicación del Cuadro de Precios nº 1 a las mediciones del proyecto, resulta el Presupuesto de Ejecución Material que a continuación se indica:

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	RED DE SANEAMIENTO .....	725.443,96	68,68
02	EDAR .....	285.959,72	27,07
03	LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS .....	6.000,00	0,57
04	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	2.348,38	0,22
05	SEGURIDAD Y SALUD .....	36.523,05	3,46
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		1.056.275,11	

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la cantidad de **UN MILLON CINCUENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS Y ONCE CÉNTIMOS (1.056.275,11 €)**.

3. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

Como aplicación al Presupuesto de Ejecución Material de los porcentajes de Gastos Generales (13%) y Beneficio Industrial (6%), resulta el siguiente Presupuesto Base de Licitación sin IVA:

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	1.056.275,11 €
Gastos generales (13%)	137.315,76 €
Beneficio Industrial (6%)	63.376,51 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	1.256.967,38 €

Asciende el presente Presupuesto Base de Licitación sin IVA de la obra a la cantidad de **UN MILLÓN DOSCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS Y TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS (1.256.967,38 €)**.

4. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN MÁS IVA

Como aplicación al Presupuesto de Ejecución Material de los porcentajes de Gastos Generales (13%) y Beneficio Industrial (6%) y repercutir sobre la suma de todo ello el Impuesto de Valor Añadido vigente, resulta un Presupuesto Base de Licitación más IVA:

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	1.056.275,11 €
Gastos generales (13%)	137.315,76 €
Beneficio Industrial (6%)	63.376,51 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	1.256.967,38 €
IVA (21%)	263.963,15 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA	1.520.930,53 €

Asciende el presente Presupuesto Base de Licitación, incluido I.V.A., a la cantidad de **UN MILLÓN QUINIENTOS VEINTE MIL NOVECIENTOS TREITA EUROS Y CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS (1.520930,53 €)**.

5.- PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Obtenido el presupuesto base de licitación con I.V.A., el presupuesto para conocimiento de la administración se calcula sumándole a este el presupuesto de las expropiaciones, con lo que se obtiene:

TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA	1.520.930,53 €
EXPROPIACIONES	60.418,48 €
PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMON	1.581.349,01 €

Asciende el presente Presupuesto para Conocimiento de la Administración, a la cantidad de **UN MILLÓN QUINIENTOS OCHENTA Y UN MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS Y UN CÉNTIMO (1.581.349,01 €)**.